

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Escuela Politécnica Superior

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FIN DE GRADO

Grado de Ingeniería Eléctrica

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN COMPLEJO
HOSPITALARIO**

AUTOR: Enrique Lozano Martínez

TUTOR: Esteban Patricio Domínguez González-Seco

Leganés, 14 de junio de 2012





ÍNDICE

ÍNDICE	3
INTRODUCCIÓN	8
1. Objetivos	9
2. Empresa Suministradora	11
3. Normativa.....	12
MEMORIA DESCRIPTIVA	13
4. Descripción general.....	14
5. Centro de Transformación	17
5.1. Hexafluoruro de azufre SF ₆	18
5.2. Celdas de medida, protección y maniobra	19
5.3. Transformadores.....	27
5.4. Puesta a tierra	29
5.5. Anillo entre Centros de Transformación.....	29
5.6. Ventilación.....	30
6. Suministro de Emergencia	31
6.1. Grupos Electrógenos	31
6.2. Sistema de alimentación ininterrumpida.....	35
7. Previsión de cargas.....	40
7.1. Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2	40
8. Cuadros eléctricos	45
8.1. Cuadro General de Baja Tensión CGBT	45
8.2. Cuadro General de Distribución CGD.....	45
8.3. Cuadro Secundario CS	46
9. Líneas Eléctricas	47
9.1. Línea General de Alimentación LGA.....	48
9.2. Líneas de Derivación de la General LDG	50
9.3. Líneas de Derivación Individual LDI.....	50
10. Canalizaciones	51
10.1. Tubos portacables	51



10.2.	Método de cálculo de tubos portacables.....	54
10.3.	Bandejas	55
10.4.	Canal protector.....	57
10.5.	Método de cálculo de bandejas y canales.....	57
10.6.	Selección de canalizaciones.....	58
11.	Sistemas de protección eléctrica.....	60
11.1.	Protección contra sobrecorrientes.....	60
11.2.	Protección contra sobretensiones.....	61
11.3.	Protección contra contactos directos.....	63
11.4.	Protección contra contactos indirectos.....	65
12.	Dispositivos de protección	70
12.1.	Interruptor automático	70
12.2.	Interruptor diferencial.....	72
12.3.	Cartucho fusible.....	72
12.4.	Panel de aislamiento	74
13.	Método de cálculo de protecciones.....	76
13.1.	Método de cálculo de protecciones contra sobrecorrientes.....	76
13.2.	Método de cálculo de protecciones contra contactos directos.....	78
14.	Alumbrado de interiores	80
14.1.	Conceptos básicos de iluminación.....	80
14.2.	Iluminación normal.....	82
14.3.	Iluminación de emergencia	85
15.	Red de tierras.....	88
15.1.	Régimen de neutro	92
15.2.	Sistema de puesta a tierra del Complejo Hospitalario	95
15.3.	Régimen de neutro del Complejo Hospitalario	96
16.	Protección contra el rayo	99
16.1.	Componentes de una instalación de protección contra el rayo	99
16.2.	Tipos de configuraciones de pararrayos.....	100
16.3.	Instalación contra descargas atmosféricas en el Complejo Hospitalario	101
	CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	102
17.	Instalación en Alta Tensión.....	103



17.1.	Intensidad a plena carga.....	103
17.2.	Intensidad de Cortocircuito	105
17.3.	Embarrado de alta tensión	105
17.4.	Solicitud térmica	108
17.5.	Ventilación de los transformadores	109
17.6.	Cálculo de puesta a tierra de protección de alta tensión	109
17.7.	Cálculo de puesta a tierra de servicio.....	116
17.8.	Enlace de puestas a tierra	118
18.	Protección contra el rayo	120
18.1.	Cálculo de la frecuencia esperada de impactos	120
18.2.	Cálculo del riesgo máximo admisible	120
18.3.	Tipo de instalación exigido	122
19.	Instalación en Baja Tensión	123
19.1.	Criterios para el Cálculo de Líneas.....	123
20.	Cálculo de líneas	127
20.1.	Línea de Alta Tensión.....	127
20.2.	Transformador de Potencia.....	128
20.3.	Línea de Baja Tensión	128
20.4.	Caída de tensión a plena carga.....	130
20.5.	Cortocircuito y tiempo máximo de actuación de la protección	131
20.6.	Cálculo de líneas del Centro de Transformación CT-2	133
20.7.	Cálculo de Líneas de Derivación de la General LDG	134
20.8.	Cálculo de líneas del Cuadro General de Distribución CGD-4	136
20.9.	Cuadro General de Distribución CGD-6.....	143
21.	Cálculo Luminotécnico.....	147
21.1.	Pasillo.....	149
21.2.	Sala de espera.....	151
21.3.	Oficina.....	153
21.4.	Consulta	155
21.5.	Sala de curas	157
21.6.	Habitación de hospitalización.....	159
21.7.	Aseo de habitación	161



21.8.	Cafetería	163
21.9.	Quirófano.....	165
PLEGO DE CONDICIONES		168
22.	Pliego de condiciones: electricidad	169
22.1.	Generalidades.....	169
22.2.	Centros de transformación y cables de alta tensión.....	177
22.3.	Grupos electrógenos	191
22.4.	Equipos suministro alimentación ininterrumpida SAI.....	197
22.5.	Cuadros de baja tensión	204
22.6.	Cables eléctricos aislados de baja tensión	215
22.7.	Canalizaciones	220
22.8.	Instalaciones interiores o receptoras	228
22.9.	Redes de tierras	243
22.10.	Luminarias, lámparas y componentes.....	248
22.11.	Pararrayos.....	259
PLANOS		262
23.	Distribución por plantas	263
24.	Planos del Complejo Hospitalario.....	265
PRESUPUESTO.....		266
25.	Centro de transformación	267
27.	Grupo electrógeno.....	272
28.	Cuadros y aparamenta eléctrica.....	274
29.	Líneas eléctricas.....	297
30.	Distribuciones eléctricas.....	308
31.	Aparatos y lámparas	318
32.	Alumbrado urbanización	330
33.	Pararrayos.....	335
34.	Resumen de capítulos.....	337
ANEXOS.....		338
35.	Conclusiones.....	339
36.	Bibliografía.....	341
37.	Índice de tablas.....	343



38. Índice de figuras	347
-----------------------------	-----



INTRODUCCIÓN



1. Objetivos

Este proyecto aborda el estudio, análisis, diseño y cálculo de la instalación eléctrica de alta y baja tensión de un Complejo Hospitalario tipo y su adaptación a la normativa vigente.

Como cualquier instalación eléctrica, los principales objetivos en el diseño de la instalación son la seguridad de las personas frente a riesgos eléctricos y la continuidad y fiabilidad del servicio eléctrico. En lo que respecta al Complejo Hospitalario, al ser considerado un edificio de pública concurrencia, se le aplican normas más rigurosas con el fin de evitar interrupciones del servicio que podrían tener gravísimas consecuencias sobre los usuarios del centro y con el fin de evitar peligros sobre las personas derivados de incidencias como incendios o cortocircuitos.

En cuanto al tratamiento que se hace para asegurar la continuidad y fiabilidad del servicio eléctrico recibe especial importancia el Centro de Transformación que alimenta a todo el Complejo Hospitalario y tiene un sistema de apoyo mediante un Grupo Electrónico. La continuidad en el funcionamiento del Centro de Transformación debe estar asegurada en todo momento y para ello cuenta con redundancias, como tres grupos de transformadores de potencia en anillo para suplir el posible fallo de algún elemento.

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) es un elemento fundamental en el diseño del Complejo para garantizar la continuidad del servicio en caso de fallo en el suministro eléctrico de servicios críticos.

La seguridad para las personas frente al peligro de riesgos eléctricos es el otro criterio básico que determina la configuración y diseño de cualquier instalación. Los sistemas de protección y la red de puesta a tierra permiten mediante una actuación coordinada la protección de las personas y equipos conectados a la red y por ello serán tratados con detalle.

En caso de contingencia, se ha diseñado la instalación para contar con los elementos necesarios para la protección de personas y equipos, como cables de máxima seguridad con baja emisión de humo y no propagadores del incendio o ignífugos para las instalaciones críticas y la iluminación de emergencia.

Por otra parte, la eficiencia energética y la sostenibilidad son factores que se tendrán en cuenta a la hora de dimensionar las instalaciones, en particular el sistema de iluminación del Complejo Hospitalario.

El cumplimiento de normativa legal vigente y las prescripciones aplicables a los locales de pública concurrencia son aspectos que serán tratados en todos los ámbitos del presente proyecto y contarán con menciones habituales a las normas o reglamentos aplicados.



Este proyecto de estudio, análisis, diseño y cálculo de un Complejo Hospitalario se aborda desde la perspectiva de un Proyecto Fin de Grado. Debido a una división coordinada del Complejo Hospitalario en cinco Proyectos Fin de Grado diferentes, en este proyecto se prestará principal atención en el estudio y análisis de los Cuadros Generales de Distribución CGD-4 y CGD-6 y las instalaciones relacionadas con los mismos, así como las instalaciones comunes de mayor importancia para el proyecto como el Centro de Transformación o los sistemas de alimentación de emergencia.

Los Cuadros Generales de Distribución CGD-4 y CGD-6 suministran corriente eléctrica a las áreas funcionales de hemodinámica y hematología, cardiología, enfermería, consultas, endocrinología, digestivo, oncología, dermatología, vestuarios, medicina nuclear, trasplantes y diferentes unidades administrativas.

Para realizar todo lo anterior este proyecto se divide en Memoria Descriptiva, Cálculos Justificativos, Pliego de Condiciones, Presupuesto y Planos correspondientes.

En la Memoria Descriptiva se describe y justifica lo proyectado, se describe el desarrollo, se justifican criterios y datos de partida.

Los Cálculos Justificativos desarrollan la justificación de los apartados de la Memoria Descriptiva que lo requieran.

El Pliego de condiciones tiene valor contractual y establece las condiciones que debe cumplir la ejecución.

EL Presupuesto define unidades, partidas y precios para la ejecución.

Los Planos definen unívocamente el proyecto.



2. Empresa Suministradora

El Complejo Hospitalario estará situado en las Islas Baleares. La empresa distribuidora de electricidad en el archipiélago es Endesa Distribución (Gas y Electricidad S.A. o G.E.S.A.). La acometida a la red, propiedad de la Compañía Eléctrica distribuidora G.E.S.A. se realiza mediante el Centro de Llegada-Seccionamiento-Medida y Reparto a la tensión de 15KV.

Los valores de la acometida que se realizará a la red de G.E.S.A son los siguientes.

Parámetro	Valor
Tensión de Suministro	15 KV \pm 7,5%
Tipo de acometida	Subterránea en bucle
Potencia a Plena Carga disponible	17.600 KVA
Potencia máxima de cortocircuito	500 MVA
Frecuencia de corriente alterna senoidal	50 Hz

Tabla 1. Parámetros y valores de la acometida a la red de G.E.S.A. Elaboración propia.

La empresa distribuidora GESA ENDESA tiene sede en la calle: Sant Joan De Déu, 1, 07007 Palma de Mallorca.



3. Normativa

Para la elaboración del proyecto de Instalación Eléctrica de un Complejo Hospitalario se ha tenido en cuenta la siguiente normativa.

- Real Decreto 842/2002, *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias*, BOE del 18-09-2002.
- Real Decreto 12.224/1984, *Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias* (MIE-RAT), BOE 1-08-1984.
- Real Decreto 173/2010, *Código Técnico de la Edificación*, BOE 11-03-2010.
- Real Decreto 173/2010, *Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad*, BOE 11-03-2010.
- Orden VIV/984/2009, *Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Ahorro de Energía*, BOE 23-09-2009.
- Comisión de Reglamentos UNESA, *Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centro de transformación de tercera categoría*, 1989.
- Real Decreto 842/2002, *Guía Técnica de Aplicación del REBT*, revisión 2009.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE y Comité Español de Iluminación CEI, *Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Hospitales y Centros de Atención Primaria*, Publicaciones Técnicas IDEA, 2001.
- Real decreto-ley 14/2010, *Medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del Sector Eléctrico*, BOE 24-12-2010.
- Normativa legal vigente de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- Normas particulares de Endesa Distribución (Gas y Electricidad S.A. o GESA).
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento correspondiente.



MEMORIA DESCRIPTIVA



4. Descripción general

El Complejo Hospitalario será de carácter Universitario, por lo que además de un uso asistencial contará con un fin de formación de personal sanitario. Por tanto el Complejo dispondrá de aulas para docencia, biblioteca y zona de estudio además de habitaciones para el personal interno.

El Complejo Hospitalario recibe alimentación a través del Centro de Transformación CT en un modo de funcionamiento normal. Alternativamente, en caso de corte del suministro eléctrico, el Complejo recibe suministro eléctrico de reserva a través de los Grupos Electrónicos GE o de los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida SAI con baterías.

Los Centros de Transformación CT alimentan a sus correspondientes Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT mediante 11 transformadores de 1.600 kVA en paralelo.

En caso de emergencia los Grupos Electrónicos GE tienen un depósito de combustible con capacidad para suministrar potencia eléctrica a plena carga durante ocho horas. De este modo puede garantizarse el suministro para los servicios de seguridad, limitado únicamente por las tres horas a las que como máximo pueden estar expuestos al fuego los cables RZ1-0,6/1kV (AS+) que los alimentan. Los alumbrados de evacuación y ambiente mediante sus baterías incorporadas sumarán una hora más de funcionamiento y los alumbrados de replazamiento dos horas adicionales.

La instalación eléctrica de baja tensión comienza en las bornas de B.T. de los transformadores de acuerdo la instrucción ITC-BT-19. Por tanto las Líneas Generales de Alimentación LGA que enlazan los transformadores con los Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT son parte integrada de la instalación de baja tensión. Las Líneas Generales de Alimentación LGA procedentes de los Grupos Electrónicos GE también se consideran instalaciones de baja tensión.

Desde los Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT se han proyectado Líneas de Derivación de la General LDG que sirven de acometidas a los Cuadros Generales de Distribución CGD. En este proyecto solo se tratarán los Cuadros Generales de Distribución CGD-4 y CGD-6, dependientes del CGBT-2. Existen Líneas de Derivación de la General LDG que enlazan Tomas Eléctricas TE de gran potencia directamente con los Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT.

A partir de los Cuadros Generales de Distribución se alimentan a las diferentes plantas del Complejo Hospitalario. Las Líneas de Derivación Individual LDI alimentan a los Cuadros Secundarios CS a partir de los Cuadros Generales de Distribución CGD. Desde los Cuadros Generales de Distribución CGD se energizan Tomas Eléctricas TE de pequeña potencia destinadas a usos específicos.



Para la distribución en plantas, a partir de los Cuadros Secundarios CS se han separado las líneas destinadas al alumbrado, las destinadas a fuerza tomas de corriente usos varios, y las destinadas a fuerza para tomas de corriente usos informáticos. Esta configuración permite independencia para las protecciones magnetotérmicas y contra contactos indirectos de cada tipo.

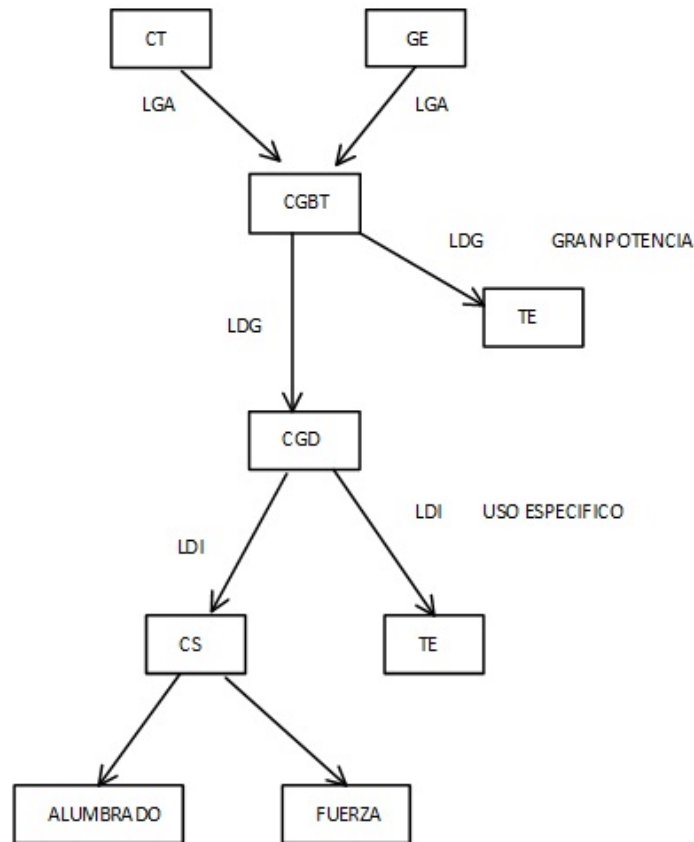


Ilustración 1. Esquema de cuadros eléctricos y líneas del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

El régimen de Neutro establecido en la distribución en baja tensión es de tipo TN-S. Se instalarán protecciones contra contactos indirectos en líneas LGA, LDG y LDI mediante dispositivos de disparo por sobreintensidad en corto retardo en aplicación de la instrucción ITC-BT-24 apartado 4.1.1. La protección para las diferentes plantas desde los Cuadros Secundarios CS se realizará mediante dispositivos de disparo diferencial por corriente residual (DDR).

Como ya se ha comentado, para los servicios de seguridad se ha previsto como fuente principal propia de energía los Grupos Electrónicos en régimen de emergencia con entrada, conmutaciones y parada automáticas por fallo o vuelta del suministro eléctrico normal.

En lo que respecta a la iluminación de emergencia, el alumbrado de seguridad estará compuesto por aparatos autónomos cuya autonomía es de al menos una hora. El alumbrado de seguridad exigido para hospitales según la instrucción ITC-BT-28



dispondrá de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida SAI de forma que quede cubierto el tiempo de arranque y conmutación del Grupo Electrónico ante una interrupción del suministro eléctrico.

Los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida SAI en quirófanos, paritorios, camas de UCI y salas de Intervención alimentarán al alumbrado de seguridad y a las tomas de corriente destinadas a equipos de asistencia vital de acuerdo a la instrucción ITC-BT-38. Estos SAI tendrán una autonomía de dos horas al formar parte del suministro especial complementario.

El alumbrado de remplazamiento se ha proyectado mediante aparatos autónomos de emergencia con autonomía de dos horas conforme a la instrucción ITC-BT-28.

Todos los cables desde los Cuadros Generales de Baja tensión CGBT hasta los Cuadros Secundarios CS que alimenten servicios de seguridad se han proyectado del tipo resistentes al fuego con denominación RZ1-0,6/1kV (AS+) según las normas UNE 50.200 y UNE 21.123. Los locales donde se desarrollen actividades que no puedan ser interrumpidas inmediatamente o de difícil evacuación estarán alimentados también a través de cables resistentes al fuego RZ1-0,6/1kV (AS+).



5. Centro de Transformación

El centro de transformación del Complejo Hospitalario es un centro de transformación de tipo interior, formado por celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica de acuerdo a la norma UNE-EN 62271-200 y con aislamiento y corte en gas SF₆. El centro de transformación abarca tres Centros de Transformación CT y un Centro de Llegada-Seccionamiento-Medida y Reparto, todos ellos propiedad del Complejo Hospitalario.

El centro de transformación suministra energía a todo el Complejo en régimen de explotación normal mediante la Línea General de Alimentación LGA que lo conecta con los Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT. En caso de emergencia el Complejo recibiría suministro mediante los Grupos Electrónicos GE o los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida SAI.

La acometida a la red, propiedad de la empresa distribuidora G.E.S.A., se realiza mediante el Centro de Llegada-Seccionamiento-Medida y Reparto que recibe los cables subterráneos de 15KV de tensión y 50Hz de frecuencia. La empresa distribuidora informa de una potencia de cortocircuito en la red de 500 MVA en ese punto. En el Centro de Llegada se ha incluido un acceso directo para los operarios de G.E.S.A. separado de las celdas de alta tensión de reparto para los tres Centros de Transformación, que son propiedad del Complejo Hospitalario. La acometida con los tres Centros de Transformación se ha realizado mediante una acometida en bucle o anillo para aumentar así la disponibilidad de la instalación en caso de fallo simple.

El centro de transformación presenta una capacidad en suministro normal de 17.600KVA para abastecer los 13.750 KVA de consumo eléctrico a plena carga que demanda el Complejo hospitalario. Esta cantidad es justificada en la previsión de cargas. Las características de los Centros de Transformación que lo componen son las mostradas en las siguientes tablas.

El Centro de Transformación CT-1 es el de mayor potencia y está constituido por 5 transformadores en paralelo.

Parámetro	Valor
Tensión Primaria	15 kV $\pm 5 \pm 7,5\%$
Tensión Secundaria	3x242/420 V
Potencia a Plena Carga disponible	5x1.600=8.000 kVA
Frecuencia de la corriente alterna senoidal	50 Hz
Tensión asignada de la aparamenta	24 kV
Poder de corte en cortocircuito	20 kA

Tabla 2. Parámetros del CT-1. Elaboración propia.

El Centro de Transformación CT-2 y CT-3 están formados por 3 transformadores en paralelo, con las siguientes características:



Parámetro	Valor
Tensión Primaria	15 kV $\pm 5 \pm 7,5\%$
Tensión Secundaria	3x242/420 V
Potencia a Plena Carga disponible	3x1.600=4.800 kVA
Frecuencia de la corriente alterna senoidal	50 Hz
Tensión asignada de la aparamenta	24 kV
Poder de corte en cortocircuito	20 kA

Tabla 3. Parámetros del CT-2. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Tensión Primaria	15 kV $\pm 5 \pm 7,5\%$
Tensión Secundaria	3x242/420 V
Potencia a Plena Carga disponible	3x1.600=4.800 kVA
Frecuencia de la corriente alterna senoidal	50 Hz
Tensión asignada de la aparamenta	24 kV
Poder de corte en cortocircuito	20 kA

Tabla 4. Parámetros del CT-3. Elaboración propia.

Los Centros de Transformación son instalaciones necesarias para el funcionamiento normal del Complejo Hospitalario y presentan riesgos eléctricos para personas ajenas a la instalación, por lo que se limitará el acceso a personal autorizado y se instalará un cerramiento mínimo de tipo RF90.

5.1. Hexafluoruro de azufre SF₆

El hexafluoruro de azufre o SF₆ es un compuesto inorgánico, incoloro, inodoro, químicamente neutro, no tóxico ni inflamable. Este gas tiene la particularidad de que tiene una alta constante dieléctrica, lo que lo hace un gas muy aislante. El gas SF₆ es 2,5 veces mejor aislante que el aire a presión atmosférica. Una aplicación del hexafluoruro de azufre es como método aislante en las subestaciones o centros de transformación blindados o de interior, pudiendo reducir en gran medida las distancias de seguridad desde las partes activas a los elementos sin tensión, en comparación con las subestaciones aéreas. El gas SF₆ es en la actualidad el medio más eficaz de corte del arco eléctrico a muy alta tensión, constituyendo el elemento básico de la aparamenta de corte.

El gas SF₆ es una sustancia que contribuye al efecto invernadero y debe evitarse su expulsión al medio ambiente. Es necesario controlar y evitar fugas del gas durante todo su ciclo de vida, desde que se reacciona azufre con flúor gaseoso para formar SF₆,



durante su inyección dentro de la aparamenta, hasta la retirada del equipo y el reciclaje del gas. Los fabricantes deben garantizar el sellado del gas durante al menos 30 años según la norma IEC 62271-1. Aunque el hexafluoruro de azufre está contemplado como un gas de efecto invernadero por el Protocolo de Kioto, su uso no está limitado en la actualidad.

5.2. Celdas de medida, protección y maniobra

El centro de transformación está constituido por celdas modulares prefabricadas con envolvente metálica única, en aplicación de la norma UNE-EN 62271-200, donde se encuentran la aparamenta de medida, protección y maniobra. La aparamenta se encuentra en cubas de gas hexafluoruro de azufre SF_6 selladas según la norma UNE-EN 62271-1 que se emplea como elemento aislante, de corte y extinción del arco. Las celdas cuentan con una tensión admisible de hasta 24 kV. Las celdas descritas en este apartado emplean como referencia las especificaciones de las celdas SM6-24 del fabricante Schneider Electric.

A continuación se detallan los parámetros generales y los tipos de celdas presentes en la instalación de alta tensión.

Parámetro	Valor
Tensión asignada	24 kV
Tensión soportada FF y FN a frecuencia industrial 1 min.	50 kV
Tensión soportada FF y FN a impulso tipo rayo	125 kV
Intensidad nominal (en el Centro de Llegada-Seccionamiento-Medida y Reparto)	630 A
Intensidad nominal admisible durante 1s	20 kA
Valor de Cresta de I nominal admisible de corta duración	50 kA

Tabla 5. Parámetros generales de las celdas según [27].

El valor de cresta de la intensidad nominal admisible es 2,5 veces el valor de la intensidad nominal admisible de corta duración (1s).

5.2.1. Celda de entrada y salida de cable de acometida

La celda es específica para la acometida a la empresa distribuidora. Incorpora un interruptor-seccionador de SF_6 de intensidad nominal 630A y con capacidad de corte en carga de 20kA y puesta a tierra. Tiene tres aisladores testigo de tensión. La celda de entrada y la de salida tiene cada una, unas dimensiones de 375x1600 x840 mm (anchura x altura x profundidad).

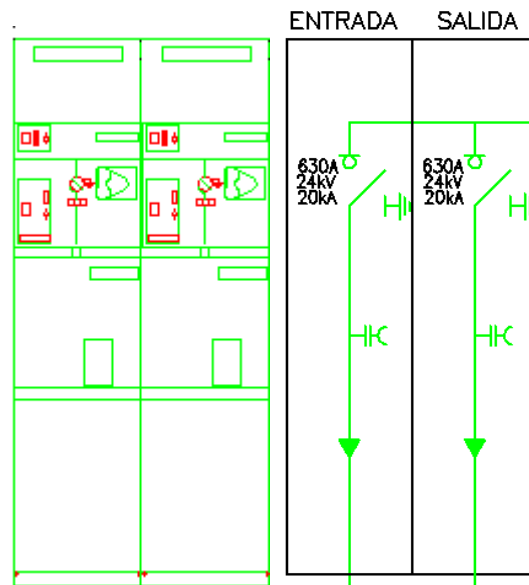


Ilustración 2. Diagrama unifilar y panel frontal de dos celdas de llegada/salida de acometida según [26].

5.2.2. Celda de seccionamiento con interruptor-seccionador

Esta celda de seccionamiento en SF₆ está destinada a separar eléctricamente la instalación del Complejo Hospitalario de la instalación de la compañía suministradora G.E.S.A. Tiene un interruptor-seccionador de 630A de intensidad nominal y capacidad de corte en carga de 20kA. La celda de seccionamiento tiene unas dimensiones de 375x1600x840 mm.

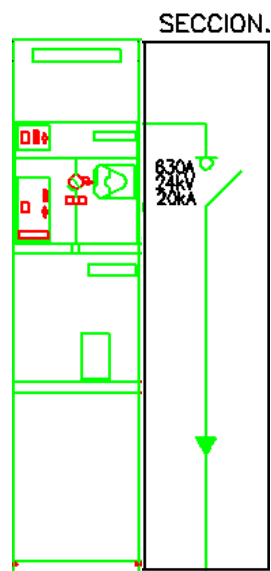


Ilustración 3. Diagrama unifilar y panel frontal de celda de seccionamiento según [26].

5.2.3. Celda de protección general

La celda de protección general de la instalación de media tensión se encarga de abrir el circuito si la unidad de protección detecta una falta en alguna fase por sobretensión o subtensión o una falta de derivación a tierra y señalará la misma de forma visible. La celda está formada por un interruptor automático con capacidad de corte de 24 kA y un seccionador con capacidad de corte en vacío con enclavamiento mecánico. Además cuenta con la unidad de protección y aisladores testigo de tensión. Tiene unas dimensiones de 750x1600x840 mm.

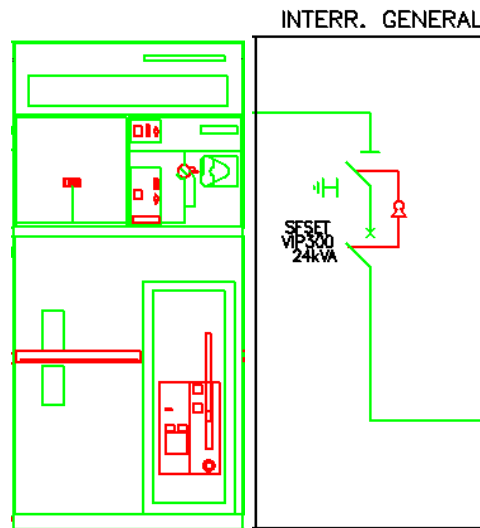


Ilustración 4. Panel frontal y esquema unifilar de la celda de protección general según [26].

5.2.4. Celda de interruptor pasante

La celda de interruptor pasante está formada por un interruptor-seccionador en SF₆ con capacidad de corte en carga de 20kA y puesta a tierra. Aunque tiene capacidad de corte en carga, su objetivo principal es actuar de seccionador de las celdas de medida de energía consumida y la celda de protección general y de apoyo en caso de fallo en la celda de protección. Cuenta con tres aisladores testigos de tensión. La celda de interruptor pasante tiene unas dimensiones de 750x1600x840 mm.

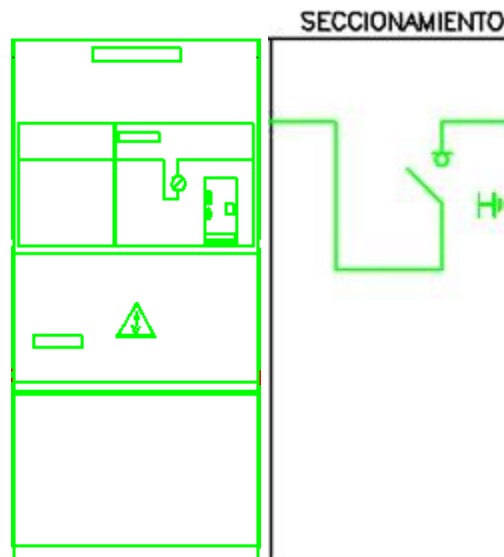


Ilustración 5. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de interruptor pasante según [26].

5.2.5. Celda de protección y seccionamiento

La celda de protección y seccionamiento es un tipo de celda de línea, que se encuentra en el Centro de Llegada-Seccionamiento-Medida y Reparto del CT-1 y constituye la cabecera de cada una de las líneas de media tensión que constituye el bucle entre los centros de transformación CT-1, CT-2 y CT-3. Están formadas por los relés de protección y un interruptor-seccionador en SF₆ en carga con puesta a tierra y tres aisladores testigos de tensión. La celda tiene unas dimensiones de 750x1600x840 mm.

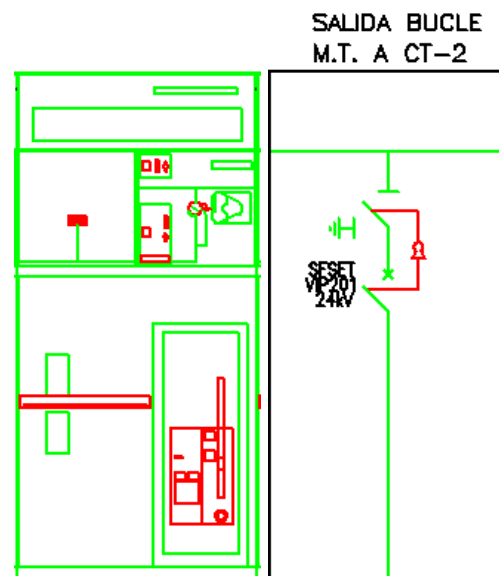


Ilustración 6. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de protección y seccionamiento según [26].

5.2.6. Celda de línea

Las celdas de línea se encuentran en los Centros de Transformación CT-2 y CT-3 y difieren de las celdas de protección y seccionamiento de la línea de media tensión en que no poseen una unidad de protección integrada. Las celdas de línea son empleadas para cerrar el bucle entre los Centros de Transformación CT-2 y CT-3 y con el Centro de Transformación CT-1. La celda de línea está formada por un interruptor-seccionador con puesta a tierra y capacidad de corte en carga de 20 kA. Tiene tres aisladores testigos de tensión y unas dimensiones de 375x1600x840 mm.

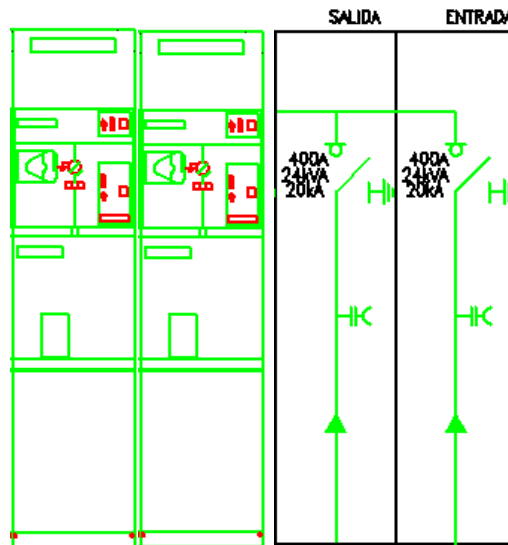


Ilustración 7. Paneles frontales y diagrama unifilar de dos celdas de línea según [26].

5.2.7. Celda de corte general

La celda de corte general se sitúa en cada uno de los Centro de Transformación y permite la desconexión del mismo en carga. Tiene un interruptor-seccionador con capacidad de corte en carga de 20 kA e intensidad nominal de 630A. La celda de corte general tiene unas dimensiones de 375x1600x840 mm.

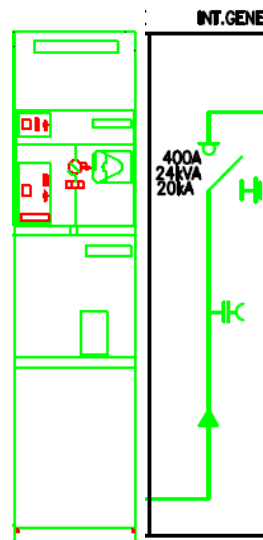


Ilustración 8. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de corte general según [26].

5.2.8. Celda de medida:

La celda de medida se emplea para obtener los valores de la tensión y corriente utilizados para el cálculo de la energía consumida por el Complejo Hospitalario en el armario de contadores. Esta celda de medida incluye los transformadores de medida de tensión y de intensidad. El armario de contadores se encuentra fuera de la celda de medida. La celda tiene unas dimensiones de 750x1600x840 mm.

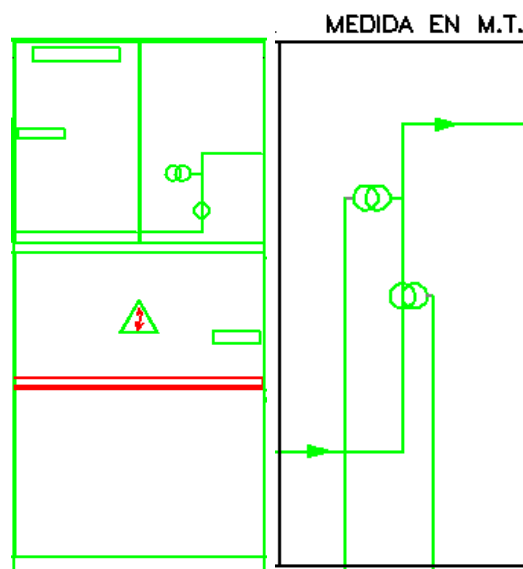


Ilustración 9. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de medida según [26].

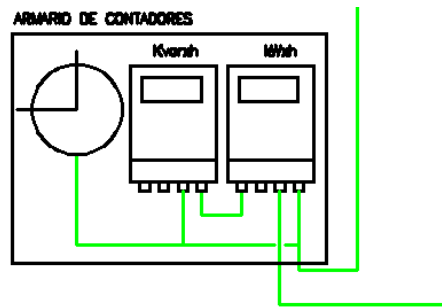


Ilustración 10. Diagrama del armario de contadores según [26].

5.2.9. Celda de remonte de barras

La celda de remonte de barras permite unir el embarrado superior con el embarrado inferior cuando dos celdas tienen entradas y salidas a diferente altura. En este caso, la celda de remonte de barras no cuenta con seccionamiento ni interruptor. Incorpora tres aisladores testigo de tensión. Tiene unas dimensiones de 375x1600x840 mm.

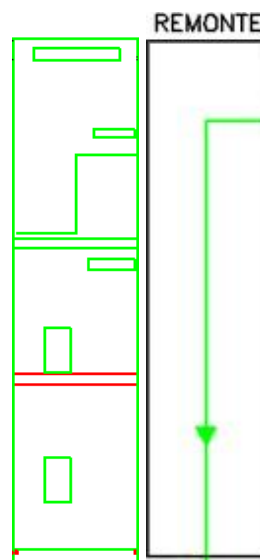


Ilustración 11. Panel frontal y diagrama unifilar de una celda remonte de barras según [26].

5.2.10. Celda de protección de transformador

La celda de protección está diseñada para el aislamiento y protección de los transformadores. Es la última celda que aparece antes de los transformadores. Incluye una unidad de protección con los relés de falta de fase y de derivación a tierra, un interruptor automático de corte en carga y un seccionador de corte en vacío. Posee un enclavamiento mecánico para el seccionador. En esta celda se encuentra el relé que impide el acceso al nicho del transformador cuando este se encuentra en tensión. Además incorpora tres aisladores testigos de tensión. La celda de protección de transformadores tiene unas dimensiones de 750x1600x840 mm.

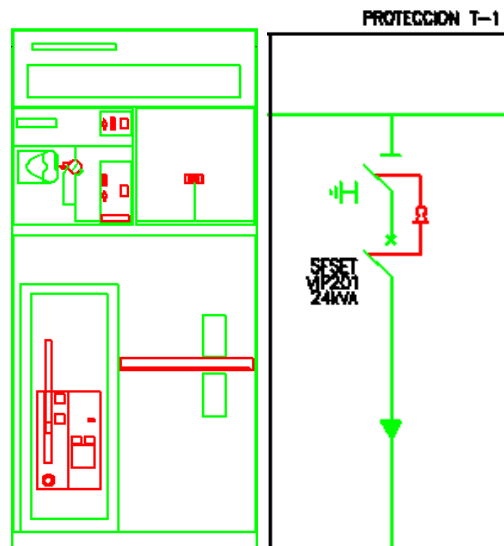


Ilustración 12. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de protección del transformador según [26].

5.2.11. Celda en obra civil para transformador

Este tipo de celdas forman el nicho de los transformadores de potencia de 1.600 kVA. La celda para el transformador tiene por seguridad puertas abatibles que impiden el acceso al nicho del transformador cuando éste se encuentra energizado. La cerradura de las puertas se encuentra enclavada mediante llave por el interruptor automático de protección de accesos situado en las celdas de protección de transformadores. No es necesario un foso de recogida de aceite puesto que los transformadores son de tipo seco, es decir con resina epoxi.

5.2.12. Guía de celdas

Se encuentra en este apartado una tabla con una guía de las celdas que se encuentran en cada Centro de Transformación, que junto con los planos, definen la composición de la instalación de alta tensión.

El Centro de Llegada – Seccionamiento – Medida y Reparto (CL-S-M-R) se encuentra dentro del Centro de Transformación CT-1 pero se trata de forma independiente debido a que es la zona con acceso permitido a operarios de la empresa distribuidora G.E.S.A.



Tipo de celda	CL-S-M-R	CT-1	CT-2	CT-3
Celda de entrada y salida de acometida	2	-	-	-
Celda de seccionamiento con interruptor	1	-	-	-
Celda de protección general	1	-	-	-
Celda de interruptor pasante	1	-	-	-
Celda de protección y seccionamiento	3	-	-	-
Celda de línea	-	-	2	2
Celda de corte general	-	1	1	1
Celda de medida de energía consumida	1	-	-	-
Celda de remonte de barras	1	1	1	1
Celda de protección de transformador	-	5	3	3
Celda en obra civil para transformador	-	5	3	3

Tabla 6. Celdas instaladas en cada Centro de Transformación. Elaboración propia.

5.3. Transformadores

Los transformadores de potencia previstos son transformadores trifásicos de tipo seco con encapsulado en vacío de resina epoxi con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, generando un encapsulado ignifugado autoextinguible. Los transformadores secos son especialmente adecuados para instalaciones interiores cerca del punto de consumo, porque son más seguros que los transformadores de aceite, al reducir el riesgo de fugas del aceite, incendios o explosiones. Por tanto, no requieren de un foso de recogida de aceite en las celdas de obra civil para transformador.

La resina, además de aislar los arrollamientos, los une entre sí, permitiendo que estos soporten mucho mejor que sus homólogos de aceite los esfuerzos electromecánicos producidos durante un cortocircuito.

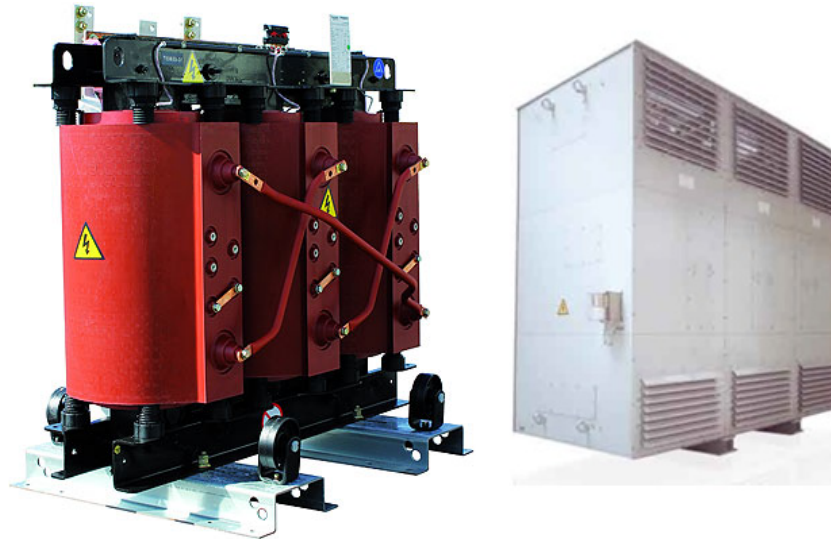


Ilustración 13. Transformador Trihal del fabricante Schneider Electric y envoltente metálica según [15].

Los transformadores contarán con un sistema de ventilación externa forzada mediante ventiladores para trabajar a una temperatura baja y prolongar de este modo su vida útil. Adicionalmente, el sistema de ventilación permite explotar los transformadores con una sobrecarga del 20% sin riesgo en caso de avería de alguna unidad, lo que aumenta la disponibilidad de la instalación, enmarcándose dentro de uno de los objetivos fundamentales de este proyecto. Los transformadores de resina tienen una inercia térmica superior a los de aceite debido a su mayor masa, por lo que son capaces de soportar mejor las sobrecargas de corta duración. Adicionalmente, los transformadores dispondrán de sondas térmicas para controlar su temperatura en todo momento.

El modelo de transformador MT/BT elegido como referencia para el diseño de la instalación de alta tensión ha sido el modelo Trihal de del fabricante Schneider Electric. Las características de los transformadores son las siguientes.

Parámetro	Valor
Potencia nominal	1.600 kVA
Tensión en el primario	15 kV
Regulación	$\pm 5 \pm 7,5\%$
Tensión en el secundario	420/242
Tensión de cortocircuito	6%
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia nominal	50 Hz
Perdidas en el cobre	16 kW
Perdidas en el hierro	3,1 kW

Tabla 7. Parámetros de los transformadores MT/BT según [15].

El grupo de conexión formará una estrella en el secundario, que se conectará a tierra a través de una impedancia.



Por ultimo cabe destacar que los transformadores de tipo seco apenas necesitan un mantenimiento básico para conservarse en buenas condiciones, a diferencia de los transformadores de aceite, que requieren más trabajos.

5.4. Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra analizado en este apartado sólo recoge lo referente a la puesta a tierra de los Centros de Transformación, el estudio del sistema de puesta a tierra del Complejo hospitalario será tratado en una sección específica

Este apartado se basa en el método UNESA para la realización de una red de puesta a tierra de un centro de transformación [06]. Debido a la tensión de defecto que puede aparecer en la instalación de alta tensión se crearán dos redes de puesta a tierra separadas en cada Centro de Transformación.

Una red de puesta a tierra drenará las corrientes de falta que puedan aparecer en los equipos y superficies metálicas accesibles que en explotación normal no se encuentran en tensión. A esta red se conectará también la malla electrosoldada que se encuentra debajo de cada Centro de Transformación. Esta malla de rejilla 300x300 mm y grosor de 4mm de diámetro mínimo se instalará a una profundidad de 100 mm del suelo final. La malla se conectará a al menos dos picas de puesta a tierra. Cada pica tendrá un diámetro de 8mm y una longitud de acuerdo a los cálculos justificativos. El electrodo se unirá a la red de puesta a tierra con un cable de cobre de aislamiento 0,6/1 kV y 120 mm² de sección.

La otra red de puesta a tierra se corresponde con la puesta a tierra impedante de los transformadores. El electrodo de puesta a tierra de esta red estará separado una distancia mínima de los electrodos de las demás puestas a tierra para evitar la posible puesta en tensión de los elementos de la otra red en caso de falta en la red de alta tensión.

5.5. Anillo entre Centros de Transformación

El anillo que enlaza los tres Centros de Transformación y el Centro de Llegada-Seccionamiento-Medida y Reparto entre sí está constituido por 4 cables unipolares de campo radial y aislamiento en seco RHVMV 12/20 kV con sección de 240 mm² en aluminio. Se distribuyen tres cables, uno por cada fase, mas un cable adicional en reserva como apoyo ante contingencias, de este modo es posible aumentar la disponibilidad de servicio de las líneas del bucle. Los cables estarán montados sobre un canal fijado mecánicamente dentro del edificio.



5.6. Ventilación

La ventilación correcta de los nichos de los transformadores permite extraer el calor generado en ellos e influye directamente sobre la vida útil de los transformadores. Como se comentó previamente, la operación de los transformadores a la menor temperatura posible permite explotarlos con mayores sobrecargas en caso de fallo de uno de los transformadores, por lo tanto la ventilación supone un aspecto importante en el diseño de la obra civil.

Las temperaturas elevadas en los nichos de los transformadores son generadas principalmente por las pérdidas en forma de calor que se producen en los arrollamientos (16 kW/h por transformador) y en el núcleo magnético de hierro (3,1 kW/h por transformador). Es necesario mantener una temperatura baja en los nichos para mejorar así la transferencia de calor del generador al ambiente y evitar la condensación de agua en las superficies

Los transformadores cuentan con un sistema de ventilación forzada mediante ventiladores que obliga al aire a renovarse constantemente alrededor del transformador. La ventilación del nicho será forzada también al no ser posible la circulación natural, ya que los Centros de Transformación CT-2 y CT-3 se encuentran subterráneos (en el nivel -2) y el Centro de Transformación CT-1 tiene que extraer una cantidad elevada de calor al contar con 5 transformadores.

La entrada de aire frío se realizará por la parte inferior de la sala mientras que la extracción de aire caliente se realizará por la parte superior, de este modo se intenta mantener la mayor parte del aire fresco en la parte baja de la sala, que es donde se encuentra el transformador. Se debe mantener una diferencia de temperatura entre el aire de entrada y el de salida de 12°C. En los cálculos justificativos se detalla en caudal de aire necesario para mantener la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida de los nichos.

Los conductos de ventilación de los transformadores serán de uso exclusivo para estos y no se compartirán con otros conductos de ventilación del Complejo. Se instalarán mallas, rejillas o lamas en la terminación exterior de los conductos para evitar la entrada de objetos o agua de lluvia a los nichos.



6. Suministro de Emergencia

El REBT en su artículo 10 establece 3 tipos de suministro complementario al suministro normal:

- Suministro de socorro: potencia mínima del 15% del total previsto para el suministro normal.
- Suministro de reserva: potencia mínima del 25% del total previsto para el suministro normal.
- Suministro duplicado: potencia mínima del 50% del total previsto para el suministro normal.

De acuerdo al reglamento ITC-BT-28 destinado a hospitales, se debe establecer un suministro complementario de reserva. Con lo cual la potencia prevista para el suministro complementario es igual o superior al 25% del suministro normal.

Por tanto, el Complejo Hospitalario contará con un suministro de emergencia o alternativo mediante los Grupos Electrógenos, los equipos de Suministro de Alimentación Ininterrumpida SAI y los aparatos autónomos de alumbrado de emergencia.

Las cargas que deben ser alimentadas por Grupos Electrógenos según el reglamento ITC-BT-28 serán los servicios considerados de seguridad, como ascensores, ventilaciones con riesgo de explosión, zonas cuyo funcionamiento no pueda ser interrumpido inmediatamente o el circuito de seguridad del Complejo Hospitalario.

6.1. Grupos Electrógenos

Los grupos electrógenos están formados principalmente por motores de combustión interna que mueven un generador síncrono. Los grupos electrógenos tienen especial utilidad en situaciones demanda elevada y de déficit de producción eléctrica o pérdida del suministro a través de la red. Los grupos electrógenos son imprescindibles en instalaciones que requieren un suministro eléctrico continuo, como pueden ser un Complejo Hospitalario, donde la ausencia de energía puede traducirse en pérdidas humanas.



Ilustración 14. Grupo electrógeno PDT412W3 de 1.360 kVA del fabricante Coelmo [16]

Un grupo electrógeno está formado por:

- Motor de combustión: en este proyecto serán motores diesel debido a su eficiencia, menor consumo de combustible y emisiones de CO₂.
 - Sistemas auxiliares del motor: el motor tiene un sistema de regulación electrónico de velocidad que le haga girar a velocidad constante manteniendo así la frecuencia de la red que depende de él. Además existen sistemas de control de la temperatura del líquido refrigerante, la presión del aceite, etc.
 - Sistema de arranque: el motor de combustión arranca movido por un motor eléctrico más pequeño de 24 V_{cc} que lo arrastra. El motor eléctrico mueve gracias a un sistema de baterías que se recargan mediante el alternador.
 - Sistema de ventilación: la refrigeración del motor se realiza mediante aceite que lubrica y extrae el calor a un sistema de agua que recorre el motor. El calor es expulsado fuera del Grupo Electrógeno mediante un ventilador accionado por el movimiento del motor.
- Alternador: transforma la energía mecánica del motor en energía eléctrica. El alternador es una máquina eléctrica síncrona de 4 polos, autoexcitada, sin anillos ni escobillas rozantes. El alternador será autorregulable electrónicamente con una tensión constante de ± 5 %. El alternador se conectará en estrella con neutro accesible.
- Acoplamiento: es la unión mecánica entre el motor y el alternador. Los Grupos Electrógenos del Complejo Hospitalario contarán con un acoplamiento mediante monopalier directo con discos de acero flexible abulonados.



- Cuadro de control: el cuadro de control tiene una función manual y otra automática. La función manual recoge todas las señales de los sensores del grupo electrógeno (tensión, carga, frecuencia, nivel de combustible...) y las muestra en un panel de información. La función manual también informa de las alarmas que se produzcan (protección diferencial, bajo nivel de agua, sobrecarga, batería insuficiente, rotura de la correa de la dinamo...). La función automática detecta la pérdida de tensión en la instalación y arranca el Grupo Electrónico. Si se detecta tensión de nuevo en la red, la función automática del cuadro de control conmuta a la red desconectando el grupo. El cuadro de control dispondrá de una conexión RS-232 para el control a distancia.
- Interruptor automático: En el cuadro de control se encuentra un interruptor automático 4 x 2.500 A para la línea de potencia y los detectores de ausencia o presencia de tensión. El interruptor ejecuta los disparos de las protecciones del generador.
- Batería de acumuladores: los acumuladores serán baterías de plomo ácido con una capacidad de cinco maniobras de arranque consecutivas. Los acumuladores se encuentran instalados en un soporte de fijación variable protegido contra la corrosión.
- Cargador de la batería de acumuladores: es el sistema electrónico encargado de mantener el nivel de carga más alto posible para las baterías. Conmuta automáticamente entre la red y el generador para obtener el suministro eléctrico necesario.
- Depósito de combustible: el depósito tiene una doble pared para evitar fugas de combustible. Hay una capacidad de almacenamiento suficiente como para generar electricidad durante 8h. El depósito incluye los sensores de bajo nivel de gasoil. Tiene una bomba para el combustible, conexión para el llenado y llave de paso para cortar la toma de combustible. Se instalará a un lado del motor y se unirá mediante tubos flexibles que soporten esfuerzos mecánicos.
- Bancada: soporta el peso del grupo electrógeno y asegura la alineación correcta entre sus partes, principalmente entre el motor y el alternador.
- Antivibratorios: es un sistema de aislamiento que se sitúa debajo de la bancada y absorbe las vibraciones producidas por el funcionamiento del grupo electrógeno.
- Tuberías de gases de escape: dirigen los gases resultantes de la combustión fuera del Complejo Hospitalario. Está formada por el colector, que recoge los gases del motor, el silenciador atenuador de -30dB, tuberías y bridas de adaptación al motor y dos chimeneas calorifugadas y forradas en aluminio.



- Silenciosos de relajación para las tomas de aire: tienen como objetivo minimizar el ruido que produce el grupo electrógeno al exterior a través de las tuberías de gases de escape y las de refrigeración. Se establece como nivel sonoro máximo de 30dBA por la noche y 55dBA por el día.
- Filtros: sistemas de filtración de aire de entrada, gasóleo y aceite.

Se ha diseñado un Grupo Electrónico trifásico asociado a cada Centro de Transformación, dimensionándolo de acuerdo a la previsión de cargas dependiente de cada Centro de Transformación.

Las especificaciones del Grupo Electrónico GE-1 conectado al Centro de Transformación CT-1 son las siguientes:

Parámetro	Valor
Potencia en régimen continuo	725 kVA
Potencia en régimen de emergencia	850 kVA
Potencia neta del motor en continuo	882 kW
Potencia neta del motor en emergencia	956 kW
Velocidad de giro	1.500 r.p.m.
Tensión nominal	420/242 ± 5 % V
Clase de aislamiento	H
Índice de protección	IP 21

Tabla 8. Especificaciones del Grupo Electrónico del GE-1 según [17].

Los Grupos Electrónicos GE-2 y GE-3 están conectados a los Centros de Transformación CT-2 y CT-3 respectivamente. Están compuestos por dos grupos generadores con las siguientes especificaciones.

Parámetro	Valor
Potencia en régimen continuo	1.320 kVA
Potencia en régimen de emergencia	1.450 kVA
Potencia neta del motor en continuo	1.552 kW
Potencia neta del motor en emergencia	1.711 kW
Velocidad de giro	1.500 r.p.m.
Tensión nominal	420/242 ± 5 % V
Clase de aislamiento	H
Índice de protección	IP 21

Tabla 9. Especificaciones del Grupo Electrónico del GE-2 y GE-3 según [17].

Por tanto, la potencia suministrada por los dos Grupos Electrónicos del CT-2 y del CT-3 y el Grupo Electrónico del CT-1 es la siguiente.



Parámetro	Valor
Tensión de suministro	420/242 \pm 5 % V
Potencia a plena carga en régimen de emergencia	(4x1.450+1x850)=6.650 kVA
Potencia a plena carga en régimen continuo	(4x1.320+1x775)=6.055 kVA
Frecuencia de la corriente alterna senoidal	50Hz
Factor de potencia del alternador	0,80
Índice de potencia respecto al suministro normal	37,78%

Tabla 10. Parámetros totales de los Grupos Electrónicos. Elaboración propia.

Los Grupos Electrónicos, al ser motores diesel, solo son capaces de suministrar el 50% de la potencia nominal durante el arranque. Por lo tanto, se ha previsto en los Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT tres conmutaciones automáticas e independientes que se secuenciarán en el tiempo, permitiendo la conexión progresiva de cargas. Este proceso de conmutación no tendrá una duración superior a 30s.

La unidad de conmutación será autónoma, teniendo alimentación desde la red y desde el Grupo Electrónico de acuerdo a la norma UNE-EN 60947-6-1. El proceso de conmutación es considerado de corte largo, ya que la duración de la interrupción es superior a 15s.

Los Grupos Electrónicos formados por dos máquinas independientes, funcionarán como un conjunto en Modo Automático. Para el acoplamiento, actuará como una máquina líder la que primero realice la conexión a las barras del cuadro de acoplamiento. En Modo Normal de funcionamiento, las máquinas pueden funcionar de forma independiente, de este modo es posible que funcione un solo Grupo Electrónico mientras el otro está parado por avería o mantenimiento.

6.2. Sistema de alimentación ininterrumpida

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida SAI es un dispositivo que almacena energía en baterías y puede proporcionar energía eléctrica durante un corte de suministro, además acondiciona el suministro filtrando las sobretensiones o subtensiones y la distorsión armónica presentes en la red. Los sistemas de alimentación ininterrumpida protegen a equipos electrónicos sensibles o de especial interés. Existen diferentes configuraciones de los sistemas de alimentación ininterrumpida con diferentes tiempos de conmutación. A continuación se detallan algunas de las principales configuraciones de SAI.

6.2.1. Configuración offline sin AVR.

Esta configuración es la más básica. Su menor precio comparado con las otras configuraciones la convierte en la más extendida en la actualidad para pequeñas cargas que necesiten una protección relativa. En funcionamiento normal, el sistema de baterías se encuentra conectado a un medidor del nivel de carga que mantiene la carga al máximo. Cuando se produce una baja de tensión, el conmutador desconecta la carga y la

batería de la red y cierra el circuito del inversor, quedando la carga alimentada a través de la batería. Durante este proceso de conmutación se produce un corte de suministro de menos de 10 ms. Este microcorte es inapreciable para equipos electrónicos estándar pero puede afectar gravemente a equipos sensibles o telecomunicaciones.

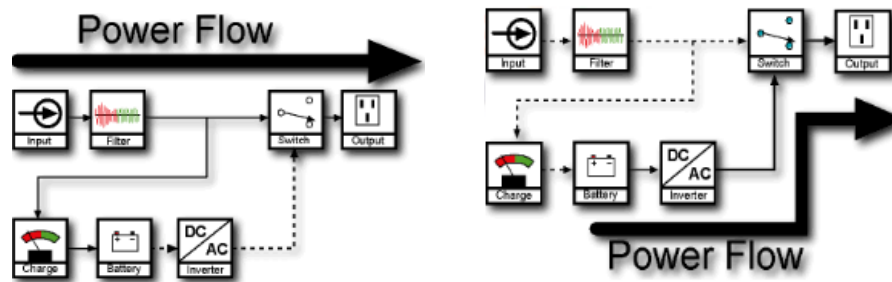


Ilustración 15. Esquema de funcionamiento normal y en emergencia de un SAI Offline sin AVR según [35].

La forma de la onda resultante de una configuración Offline sin AVR típico es cuadrada o quasi-cuadrada. Esta forma de onda introduce muchos armónicos en la red. Existen también configuraciones Offline con filtros capacitivos o reactancias.

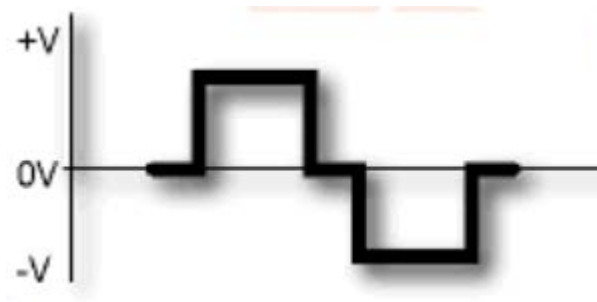


Ilustración 16. Forma de onda característica de un SAI Offline sin AVR según [35].

6.2.2. Configuración Line Interactive con AVR

La configuración Line Interactive con AVR tiene como particularidad que existe un autotransformador con varias tomas regulables. El autotransformador permite, mediante la regulación de tomas, acondicionar la tensión frente a perturbaciones como sobretensiones o subtensiones sin necesidad de descarga el sistema de baterías.

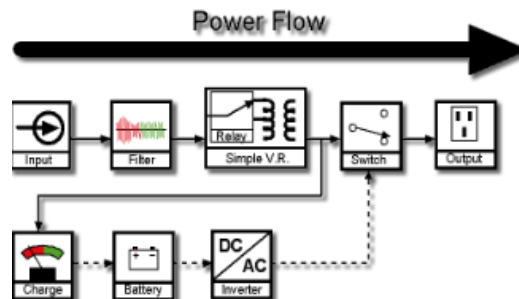


Ilustración 17. Sistema de potencia de una configuración Line Interactive con AVR según [35].

La configuración Line Interactive con AVR es un sistema Online de alimentación ininterrumpida. Los sistemas Online tienen un funcionamiento normal con las baterías conectadas a la red y a la carga. Esto se consigue mediante el regulador automático de tensión AVR que limita la corriente que aporta la batería en funcionamiento normal. En caso de fallo en el suministro eléctrico por parte de la red, el AVR aumenta la aportación por parte de la batería sin que se produzca ningún corte para la carga.

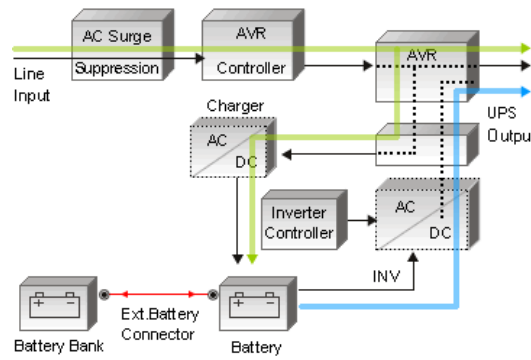


Ilustración 18. Funcionamiento del AVR en un Line Interactive según [34].

Esta regulación de tensión mediante autotransformador y AVR introduce una ventaja significativa frente los sistemas off-line que no evitan las variaciones de tensión e introducen pequeños cortes al conmutar a las baterías.

6.2.3. Configuración Online de doble conversión

La configuración online de doble conversión es la que proporciona mayor seguridad de funcionamiento y es especialmente indicada para los equipos muy sensibles ya que aísla completamente la carga de la red. El funcionamiento es de tipo online, por lo que la batería se encuentra permanentemente conectada a la carga para asegurar un suministro de tensión continuo todo el tiempo.

La principal característica del sistema online de doble conversión es el funcionamiento continuo del rectificador. En un modo de funcionamiento normal, la carga se alimenta desde la red a través del sistema rectificador/inversor que elimina todas las interferencias de sobretensión o frecuencia existentes en la red.

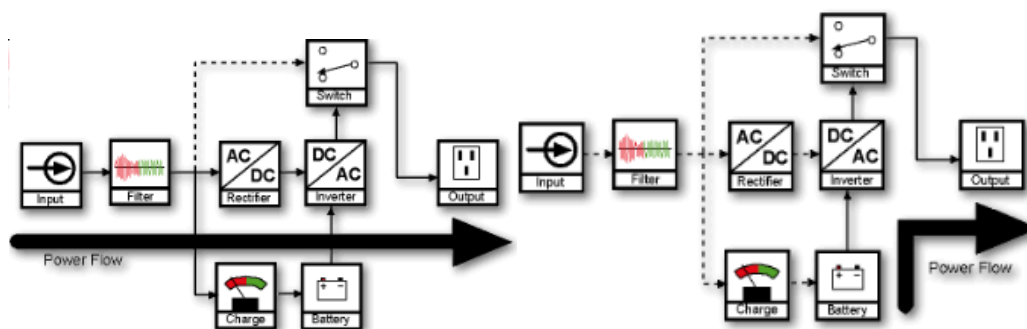


Ilustración 19. Esquema de funcionamiento normal y en emergencia de una configuración SAI online de doble conversión según [35].

En caso de fallo en el suministro eléctrico, la batería aporta toda la energía necesaria sin que exista ninguna conmutación en el circuito de potencia, por lo que no existen huecos de tensión. El cargador de la batería y el rectificador, mediante diodos, impiden la alimentación desde la batería a la red general para evitar la descarga rápida de la batería.

Cuando la tensión vuelve a valores aceptables, el rectificador asume la mayor parte de la corriente y comienza a cargarse la batería.

Si el equipo necesita mantenimiento u ocurriera un fallo interno en el SAI, la configuración online de doble conversión permite la conmutación a la red directamente, produciéndose un by-pass que aísla el equipo del circuito de potencia y permite a la carga seguir funcionando.

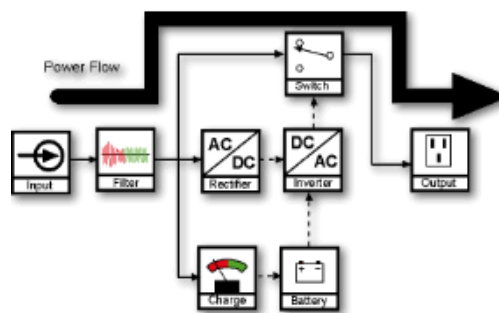


Ilustración 20. By-pass del circuito rectificador/inversor en un SAI online de doble conversión según [35].

El coste inicial de la instalación de una configuración online de doble conversión es mayor que otras configuraciones, dado que el rectificador e inversor tienen que dimensionarse para cubrir toda la potencia a tiempo completo. Ambos cuentan con sistemas de ventilación más potentes que otras configuraciones.

Por otra parte la duración de la vida de la batería es mayor en la configuración online de doble conversión, lo que permite reducir el coste total al prolongar la vida del equipo.

6.2.4. Sistema de Alimentación Ininterrumpida del Complejo Hospitalario

La configuración elegida para el Complejo es la configuración online con doble conversión dada su mayor disponibilidad y mayor calidad de suministro. La distorsión armónica de los equipos no superará el 5% en tensión (THD) o el 5% en corriente en la red suministrada ni el 5% en tensión y 8% para corriente en la red de la que se alimenta el SAI. La capacidad de suministro de los SAI será de al menos dos horas en cumplimiento de ITC-BT-38.

De acuerdo a la ITC-BT-38, en su apartado 2.2, se dispondrá de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida SAI en quirófanos, paritorios, camas de la unidad de cuidados intensivos y REA, salas de asistencia vital, salas de exploraciones especiales y de intervención y en alumbrado de emergencia.



Existirán sistemas de alimentación ininterrumpida panelables para los repartidores del sistema de voz-datos. Adicionalmente existirán SAI de baja capacidad o “salvatareas” para la mayor parte de los equipos informáticos.

Para las protecciones y equipos de telecomunicaciones que requieran alimentación en corriente continua, se instalarán SAI online con configuración de fuente de tensión DC. Esto se consigue eliminando el inversor final del equipo.

Existirá una pantalla remota para la visualización de la autonomía del SAI en minutos cuando exista fallo en la alimentación desde la red.

Se instalarán por delante de los paneles de aislamiento en caso de existir y proporcionarán cobertura al alumbrado de remplazamiento, a asistencia vital y servicios de seguridad en aplicación del reglamento ITC-BT-28. Los SAI estarán instalados en locales ventilados con condiciones de temperatura y humedad relativa máximas de 30°C y 90% respectivamente. De acuerdo a la normativa ITC-BT-30 quedará 0,50 m entre los laterales del equipo y las paredes y 1,10 m en el frente para tareas de mantenimiento y sustitución de las baterías. Los pequeños SAI “salvatareas” se encontrarán en el mismo local que los equipos a proteger o en otro situado en las inmediaciones pero dentro del mismo sector contra incendios.



7. Previsión de cargas

En este apartado se estudiará la previsión de cargas definida en los objetivos del proyecto y que abarca parte del Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2. En concreto se estudiará la previsión de cargas de los Cuadros Generales de Distribución CGD-4 y CGD-6, que alimentan a las áreas funcionales de hemodinámica y hematología, cardiología, enfermería, consultas, endocrinología, digestivo, oncología, dermatología, vestuarios, medicina nuclear, trasplantes y diferentes unidades administrativas. También dependen de los Cuadros Generales de Distribución CGD-4 y CGD-6 los ascensores de estas áreas funcionales, algunas zonas exteriores, tomas eléctricas de gran potencia para aire acondicionado y grupos de radiología y el cuadro general dedicado a investigación (CGD-I).

El Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2 está conectado al centro de transformación CT-2 y al Grupo Electrónico GE-2, para asegurar de esta forma el suministro eléctrico. EL centro de transformación CT-2 cuenta con una capacidad de $3 \times 1.600\text{kVA}$. El Grupo Electrónico está compuesto por dos grupos en paralelo con una potencia de $2 \times 1.280\text{ kVA}$ en régimen continuo y 1.400kVA en régimen de emergencia.

Existen cargas que se consideran interrumpibles en caso de emergencia o falta de continuidad del suministro eléctrico normal en el Complejo Hospitalario. Estas cargas interrumpibles reciben suministro de forma exclusiva a través de la red y no se encuentran conectadas al Grupo Electrónico GE-2. Las cargas interrumpibles se identifican mediante la expresión “solo red”.

La información sobre las cargas conectadas a cada cuadro ha sido diseñada a partir de los planos eléctricos del proyecto. Como potencia prevista se ha tomado la suma de las potencias de los cuadros estudiados.

Los coeficientes de simultaneidad aplicados tienen un valor de 0,6 para las Líneas de Derivación Individual LDI que suministran a los Cuadros Secundarios CS y de 0,7 para las Líneas de Derivación de la General LDG que alimentan a los Cuadros Generales de Distribución CGD. Por tanto el coeficiente acumulado es de 0,42 para alumbrado y fuerza. Adicionalmente, se estima que para las tomas eléctricas que dan servicio a las máquinas de climatización existe un factor de simultaneidad de 0,75, para los servicios de radiología un factor de 0,30 y para el alumbrado exterior de 0,8.

7.1. Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2

Teniendo en consideración los coeficientes anteriormente descritos, la previsión para las cargas y cuadros a estudiar alimentados directamente desde el CGBT-2 es la siguiente.



Cuadro	Potencia Instalada (kVA)	Coefficiente Simultaneidad	Potencia simultánea (kVA)
CGD-4.(A)	420,60	0,42	176,65
CGD-4.(B)	326,75	0,42	137,23
CGD-6.(A)	404,90	0,42	170,05
CGD-6.(B)	438,70	0,42	184,25
CGD-I.(A) (Solo red)	167,15	0,75	125,36
CGD-I.(B)	332,00	0,42	139,44
CGD-4.2.RX	300,00	0,30	90,00
CGD-4.(-2).RX	400,00	0,30	120,00
CGD-ALUM.EXT2	24,90	0,80	19,92
CGD-6.3.AS	180,00	0,70	126,00
TE-AA.4.3.5 (Solo Red)	224,00	0,75	168,00
TE-AA.4.3.5E	120,00	0,75	90,00
TE-AA.4.3.6 (Solo Red)	260,00	0,75	195,00
TE-AA.4.3.7 (Solo Red)	326,00	0,75	244,5
TE-AA.4.3.8 (Solo Red)	222,00	0,75	166,50
CGD-AA.4.(-1).1 (Solo Red)	547,00	0,75	410,25
CGD-AA.4.(-1).2 (Solo Red)	455,00	0,75	341,25
TOTAL RED	2201,15	0,75	1650,86
TOTAL RED+ GE-2	2947,85	0,495	1253,56
TOTAL	5149,00	0,60	2904,42

Tabla 11. Previsión de cargas para el cuadro CGBT-2. Elaboración propia.

El desglose de las tomas de aire acondicionado situadas en el nivel -1 correspondientes con las designaciones CGD-AA.4.(-1).1 y CGD-AA.4.(-1).2 que aparecen en el CGBT-2 son las siguientes.



Cuadro		Iluminación (KVA)	Fuerza (KVA)	Informática (KVA)	SAI (KVA)	Potencia total (KVA)
CGD-AA.4.(-1).1 (Solo Red)	TE-AA.4.(-1).1.36		53			547
	TE-AA.4.(-1).1.37		30			
	TE-AA.4.(-1).1.38		64			
	TE-AA.4.(-1).1.40		64			
	TE-AA.4.(-1).1.42		103			
	TE-AA.4.(-1).1.43		127			
	TE-AA.4.(-1).1.46		60			
	TE-AA.4.(-1).1.S03		23			
	TE-AA.4.(-1).1.S04		23			
CGD-AA.4.(-1).2 (Solo Red)	TE-AA.4.(-1).2.33		72			455
	TE-AA.4.(-1).2.34		27			
	TE-AA.4.(-1).2.35		82			
	TE-AA.4.(-1).2.39		83			
	TE-AA.4.(-1).2.41		17			
	TE-AA.4.(-1).2.44		43			
	TE-AA.4.(-1).2.45		23			
	TE-AA.4.(-1).2.S11		15			
	TE-AA.4.(-1).2.S12		15			
	TE-AA.4.(-1).2.S13		26			
	TE-AA.4.(-1).2.S14		26			
	TE-AA.4.(-1).2.S15		26			

Tabla 12. Previsión de cargas para los CGD de aire acondicionado. Elaboración propia.

7.1.1. Cuadro General de Distribución CGD-I

A continuación se detallará la previsión de cargas para los Cuadros Generales destinados a investigación. El cuadro que presta servicio al centro de investigación se divide internamente de la siguiente forma.

Cuadro		Iluminación (kVA)	Fuerza (kVA)	Informática (kVA)	SAI (kVA)	Potencia Total (kVA)
CGD-I.(A) (Solo Red)			162,15		4,00	167,15
CGD-I.(B)	TE-AA.I.1.12		132,00			332,00
	TE-AA.I.1.GF		200,00			

Tabla 13. Previsión de cargas para CGD-I. Elaboración propia.

7.1.2. Cuadro General de Distribución CGD-4

El cuadro General de Distribución CGD-4 está dividido en dos secciones, sección A y B. Todas las cargas de tipo fuerza marcadas con un asterisco, incluyen 1kVA para puertas y compuertas cortafuegos. El conjunto del cuadro se analiza con más detalle a continuación.



Cuadro	Iluminación (kVA)	Fuerza (kVA)	Informática (kVA)	SAI (kVA)	Potencia Total (kVA)
CS-4.(-2).1	23,05	20,00	12,00	7,50	62,55
CS-4.(-2).2	19,15	13,50	10,50		43,15
CS-4.(-1).1	12,15	6,00*	6,00		24,15
CS-4.(-1).2	2,45	1,50			33,95
CS-4.(-1).3	14,80	4,00*	1,50		20,30
CS-4.0.1	15,70	11,00*	16,50		43,20
CS-4.0.2	14,00	9,00	6,00		29,00
CS-4.0.3	12,95	12,00	7,50		32,45
CS-4.0.4	11,50	7,00	7,50		26,00
CS-4.1.1	15,10	10,00*	10,50		35,60
CS-4.1.2	6,85	13,50	4,50	7,50	32,35
CS-4.1.3	6,60	11,00	6,00		23,60
CS-4.1.4	13,60	6,00	6,00		25,60
CS-4.1.5	15,75	39,50	12,00		67,25
CS-4.2.1.(A)	21,50	19,50	7,50		48,50
CS-4.2.1.(B)				44,00	44,00
CS-4.2.2	9,40	6,00			15,40
CS-4.2.3.(A)	21,70	15,00			36,70
CS-4.2.3.(B)		15,00	9,00	42,50	66,50
CS-4.2.AS		48,00			48,00

Tabla 14. Previsión de cargas para CGD-4. Elaboración propia.

El Cuadro Secundario CS-4.(-1).2, incluye una potencia de reserva para futura ampliaciones de la instalación eléctrica, por lo que tiene instalados 3,95KVA en este momento pero se asumirá como 33,95KVA instalados.

7.1.3. Cuadro General de Distribución CGD-6

Para el cuadro general de distribución CGD-6, la previsión de cargas se corresponde con la mostrada a continuación. Todas las cargas de tipo fuerza marcadas con un asterisco, incluyen 1kVA para puertas y compuertas cortafuegos.



Cuadro	Iluminación (kVA)	Fuerza (kVA)	Informática (kVA)	SAI (kVA)	Potencia Total (kVA)
CS-6.(-2).2	22,35	16,50			38,85
CS-6.(-2).1	44,10	12,00*	4,50		60,60
CS-6.(-1).1	5,30	1,50			36,80
CS-6.0.1	11,50	65,75	6,00		83,25
CS-6.0.2	32,45	18,00	13,50		63,95
CS-6.0.3	7,60	6,00*			13,60
CS-6.1.1	9,60	60,75	6,00		76,35
CS-6.1.2	15,60	22,00	7,50		45,10
CS-6.1.3	13,80	44,00	21,00		78,80
CS-6.2.1	9,60	60,75	6,00		76,35
CS-6.2.2	15,20	10,00*	9,00		34,20
CS-6.2.3	12,15	21,00	7,50	16,00	56,65
CS-6.2.4	6,95	16,50	4,50	18,00	45,95
CS-6.3.1	9,60	60,75	6,00		76,35
CS-6.3.2	18,20	9,00*	6,00		33,20

Tabla 15. Previsión de cargas para el CGD-6. Elaboración propia.

El cuadro CS-6.(-1).1 es un cuadro de reserva para futuras instalaciones, por lo que tiene una potencia instalada de 6,80 KVA en la actualidad pero una previsión para ese cuadro de 36,80 KVA, que es el valor que se utilizará.

La previsión de cargas para los ascensores del montante 6 (CGD-6.3.AS) se corresponde con la tabla siguiente.

Cuadro	Iluminación (kVA)	Fuerza (kVA)	Informática (kVA)	SAI (kVA)	Potencia Total (kVA)
TE-6.3.AS.3		13,00			13,00
TE-6.3.AS.4		13,00			13,00
TE-6.3.AS.24		22,00			22,00
TE-6.3.AS.25		22,00			22,00
TE-6.3.AS.26		22,00			22,00
TE-6.3.AS.27		22,00			22,00
TE-6.3.AS.28		22,00			22,00
TE-6.3.AS.29		22,00			22,00
TE-6.3.AS.30		22,00			22,00

Tabla 16. Previsión de cargas para CGD-6.3.AS. Elaboración propia.



8. Cuadros eléctricos

8.1. Cuadro General de Baja Tensión CGBT

En el Complejo Hospitalario existirán tres Cuadros Generales de Baja Tensión, cada uno vinculado a cada uno de los tres Centros de Transformación. Su denominación CGBT-1, CGBT-2 y CGBT-3 corresponde con el Centro de Transformación que lo alimenta, CT-1, CT-2 y CT-3 respectivamente. Los Cuadros Generales de Baja Tensión estarán instalados en locales de uso exclusivo, con cerramientos RF-120, y su puerta de acceso abriendo hacia fuera. La temperatura ambiente en estos locales no sobrepasará los 30°C.

Los CGBT tienen como objetivo la protección de las líneas de llegada desde los transformadores y grupos electrógenos así como la protección de salidas para líneas de acometida a Cuadros Generales de Distribución CGD y Tomas Eléctricas de gran potencia.

El CGBT-2 se ha diseñado para disponer un acoplamiento en barras con tres transformadores de 1.600 kVA en paralelo para condiciones extremas, lo que supone disponer de un poder de corte de 100 kA para todas las salidas, y de 70 kA para las llegadas de transformadores. Ambos poderes de corte a la tensión nominal de 420 V en bornas de transformadores en vacío. Por ello los interruptores automáticos elegidos en salidas son de 150 kA de poder de corte último, y del 100 % en cuanto al poder de corte de servicio hasta intensidades nominales de 630 A, y del 50% para intensidades nominales de 800 A y 1250 A.

En las líneas de llegada de los transformadores se instalarán dispositivos de protección contra sobretensiones.

8.2. Cuadro General de Distribución CGD

Los Cuadros Generales de Distribución CGD alimentarán a los Cuadros Secundarios CS de las diferentes plantas y a Tomas Eléctricas destinadas a usos específicos como Radiología. Los CGD tendrán las cabeceras de las líneas de derivación individual que nacen de su embarrado, etiquetadas con el destino de cada una de esas líneas.

Los CGD tendrán un embarrado de pletina de cobre diseñado para soportar los esfuerzos electrodinámicos debidos a una corriente de cortocircuito de al menos 50 kA.

Dispondrán de interruptores automáticos de protección por sobrecorriente de valor nominal a partir de 250A.



Serán capaces de soportar los esfuerzos electrodinámicos para corrientes de cortocircuito de 50 kA

Los cuadros CGD que no son de uso específico, irán alojados en locales de uso exclusivo presentando sus cerramientos una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, y su puerta de acceso abrirá siempre hacia fuera. Los de uso específico irán ubicados dentro del área donde prestan su servicio concreto.

8.3. Cuadro Secundario CS

Los Cuadros Secundarios CS reciben suministro de los Cuadros Generales de Distribución CGD. Los Cuadros Secundarios incorporan los cuadros de protección local, como los de habitaciones de enfermo en unidades de hospitalización, camas de UCI y REAS.

La distribución de los diferentes dispositivos dentro de los Cuadros Secundarios se realizará en diferentes filas. La fila superior la ocupará el interruptor general y los distribuidores. En las filas inferiores estarán los agrupados los interruptores automáticos protegidos por un mismo Dispositivo de corriente Diferencial Residual DDR en la misma fila junto al interruptor diferencial. Se dejarán huecos de reserva en cada fila para futuras ampliaciones. Se reserva la fila inferior para las bornas de salida, incluidas las del cableado de alarmas, control y mando de la G.T.C. que intervienen en la maniobra del CS cuando corresponda, habiéndose previsto a tal efecto contactos auxiliares en los DDR para el control y alarma en el disparo de los mismos.

Para recoger todas las bornas de salida podrán instalarse dos envolventes exactamente iguales unidas, para obtener las dimensiones necesarias; en tal caso la primera envolvente será para alumbrado más el interruptor general y repartidores modulares, y la segunda para fuerza y bornas de salida. Estas bornas irán en una zona registrable independiente de la de los interruptores, preferentemente en el costado opuesto al de las bisagras de la puerta del cuadro.

El poder de corte mínimo para los interruptores automáticos es de 10 kA. En los casos donde por su situación en la instalación el poder de corte exigido es mayor dispondrán de un poder de corte de hasta 25 kA. Todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual DDR de 30 mA son de tipo Superinmunizados.

En los cuadros CS para alumbrado y fuerza tomas de corriente, se dispondrá de espacio libre que permita al instalador del Control Gestión Técnica alojar en él todos los elementos necesarios aplicables a las necesidades que esta función demande de cada uno de estos cuadros.



9. Líneas Eléctricas

Las líneas eléctricas que forman parte de la instalación del Complejo Hospitalario están constituidas por cables aislados para diferentes tensiones, tanto en alta tensión como en baja tensión. Los cables reciben una denominación formada por diferentes letras y números dependiendo de sus características. A continuación se describen los diferentes grupos de letras y números que forman la denominación de un cable.

Letra	Definición	Designación	
1^{er} grupo	Material aislante.	R	Aislamiento de XLPE.
		D	Aislamiento de EPR.
2^o grupo	Pantalla metálica individual.	H	Con pantalla individual.
3^{er} grupo	Material de la cubierta.	V	Cubierta de PVC.
		E	Cubierta de Polietileno.
		ZI	Cubierta de Poliolefina.
4^o grupo	Obturador longitudinal.	OL	Conductor.
		2OL	Conductor y pantalla.
5^o grupo	Nivel de tensión.	-	Tensión fase-neutro y de línea.
6^o grupo	Comportamiento ante el fuego.	S	No propagador de llama.
		AS	No propagador del incendio.
		AS+	No propagador de llama ni incendio.
7^o grupo	Número de conductores.	-	Cantidad de conductores de fase.
8^o grupo	Sección del conductor.	-	Sección de un conductor en mm.
9^o grupo	Material del conductor.	Cu	Cobre.
		Al	Aluminio.
		K	Forma compacta redonda (opcional).
10^o grupo	Sección de la pantalla.	-	Sección de pantalla en mm.

Tabla 17. Denominación de un cable. Elaboración propia.

Los cables de potencia, de alta o media tensión necesitan todos los grupos de letras para la correcta designación de los mismos. Por el contrario, los cables de baja tensión no suelen llevar aislamientos electromagnéticos ni pantallas debido a la menor tensión y campo electromagnético que soportan, por lo que los grupos de letras 2^o, 4^o y 10^o no se especifican.

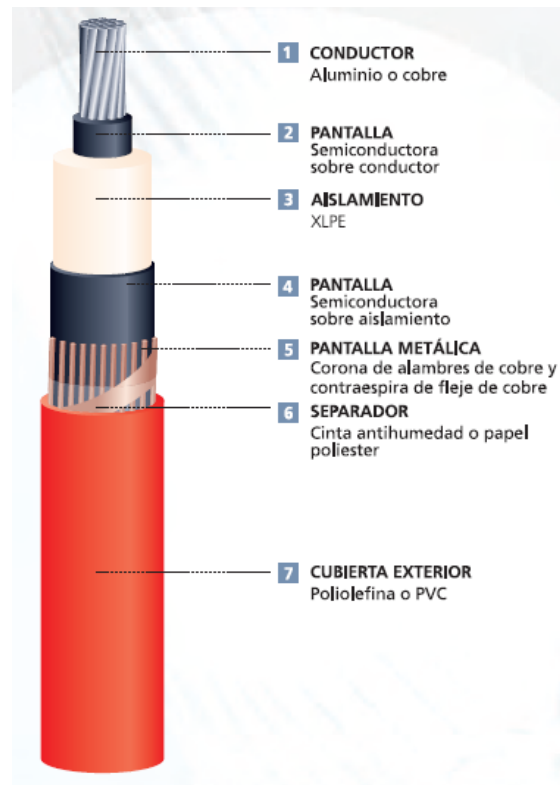


Ilustración 21. Cable de potencia modelo Azotene MT del fabricante ECN [20].

9.1. Línea General de Alimentación LGA

Las Líneas Generales de Alimentación LGA son líneas que conectan las bornas de baja tensión de los Centros de Transformación y los Grupos Electrónicos con los Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT. Estas líneas se conectan a los interruptores automáticos de protección del CGBT.

Para la alimentación del Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2; de acuerdo con la normativa ITC-BT-28 en su apartado 4f para instalaciones de pública concurrencia, el conductor procedente del centro de transformación CT-2 debe corresponderse con la designación RZ1-06/1KV(AS) en aplicación de la norma UNE 21.123-4. Este conductor se caracteriza por las siguientes especificaciones:

- **R:** Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta de poliolefina ignífuga especificada en la norma UNE 21.123 parte 4.
- **Z1:** es decir, en caso de incendio presenta una baja emisión de humos tóxicos (UNE EN 50.267-2-1), humos opacos (UNE EN 50.268) y gases corrosivos (UNE EN 50.267-2-2/ 3) y tiene una emisión nula de halógenos.
- **06/1KV:** Tensión asignada de 600/1000V.
- La temperatura máxima de servicio es de 90°C, determinada por el aislamiento de polietileno reticulado.

- La temperatura máxima en un cortocircuito de 5s no supera los 250°C.

La acometida proveniente del CT-2 se compone por 5 líneas de 3 conductores unipolares de 300mm² de diámetro y un neutro compensador de 150mm², lo que de forma abreviada se expresa como 5[3(1x300)+1(1x150)]. Esta sección es capaz de soportar 1,2 veces la corriente nominal del transformador, en total 120 kA, sin calentarse por encima de 90°C. También es capaz de soportar la corriente de cortocircuito de la instalación hasta que actúe la protección automática.

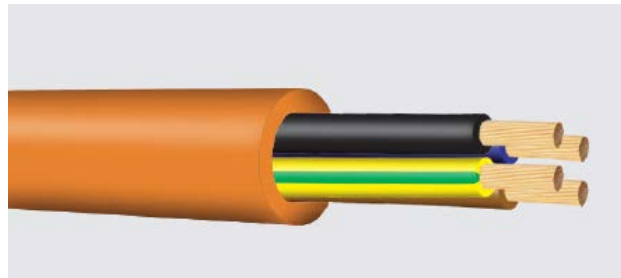


Ilustración 22. Conductor Firex Protech RZ1-06/1KV(AS+) del fabricante Draka [19].

La conexión de los 2 Grupos Electrónicos con el Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2; según la normativa ITC-BT-28 en su apartado 4f para instalaciones de pública concurrencia en lo referente a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, el conductor debe corresponderse con la designación RZ1-06/1KV(AS+) en aplicación de la norma UNE-EN 50.200. Sólo se instalaría un cable del tipo RZ1-06/1KV(AS) si el grupo electrónico estuviera contiguo al CGBT, pero este supuesto no es aplicable al CGBT-2. El conductor RZ1-06/1KV(AS+) se caracteriza por:

- **R:** Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta de poliolefina ignífuga especificada en la norma UNE 21.123 parte 4.
- **Z1:** es decir, en caso de incendio presenta una baja emisión de humos tóxicos (UNE-EN 50.267-2-1), humos opacos (UNE-EN 50.268) y gases corrosivos (UNE-EN 50.267-2-2/ 3) y tiene una emisión nula de halógenos.
- **06/1KV:** Tensión asignada de 600/1000V.
- **AS+:** no propaga la llama ni el incendio (UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1).
- La temperatura máxima de servicio es de 90°C, determinada por el aislamiento de polietileno reticulado.
- La temperatura máxima en cortocircuito de 5s no supera los 200°C que soporta el aislamiento.

La línea procedente de cada uno de los 2 grupos electrónicos está formada por un conjunto de 4 ternas de 300mm² y un neutro compensador de 150mm², o lo que es lo mismo 4[3(1x300)+1(1x150)]. Esta sección es capaz de soportar 1,2 veces la corriente nominal del grupo electrónico correspondiente sin calentarse por encima de 90°C y la corriente de cortocircuito del mismo hasta que actúe la protección automática.



9.2. Líneas de Derivación de la General LDG

Las Líneas de Derivación de las Generales LDG son las que unen el Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2 con las Tomas Eléctricas de gran potencia y los Cuadros Generales de Distribución.

Su conductor es del tipo RZ1-06/1KV(AS) para uso general de acuerdo a la norma ITC-BT-28 en su apartado 4f, que se caracteriza por su aislamiento de polietileno reticulado (LXPE) especificada en la norma UNE 21.123 parte 4, por ser auto-extinguible, presentar una baja emisión de humos y emisión nula de halógenos. El conductor será del tipo RZ1-06/1KV(AS+) para los servicios de seguridad que deben de resistir al fuego sin propagar la llama ni el propio incendio en aplicación de la norma UNE-EN 50.200.

A partir de la tensión de 242V/420V asignada al transformador, la caída de tensión máxima no debe resultar en una tensión inferior a 231V para alumbrado y fuerza y 222V para los Cuadros Generales de Distribución CGD con uso exclusivo de fuerza.

Las líneas de derivación de la general serán ternas unipolares con neutro compensador para las cargas monofásicas y con un neutro de sección la mitad que la de fase para las cargas trifásicas. La sección será suficiente para trabajar con la potencia asignada sin sobrecalentamiento y soportar un cortocircuito de 5s de duración.

9.3. Líneas de Derivación Individual LDI

Las líneas de Derivación Individual LDI parten de los Cuadros Generales de Distribución CGD enlazándolos con los Cuadros Secundarios CS y las Tomas Eléctricas TE que dependen de ellos de acuerdo con la normativa ITC-BT-15. También se consideran LDI las líneas que parten de los cuadros CS para dar servicio a los paneles de aislamiento, cuadros de habitación de enfermo en unidades de hospitalización, talleres, laboratorios y cuadros de los ascensores que no disponen de sala de máquinas y son suministrados por la empresa instaladora en el hueco del ascensor. Serán objeto de estudio las líneas que parten de los cuadros CGD-4 y CGD-6.

Para la realización de las zonas de uso general de acuerdo a la norma ITC-BT-28 apartado 4f se ha provisto de un conductor con aislamiento de polietileno reticulado, autoextinguible, bajo en emisión de humos y cero halógenos, cuya designación se corresponde con RZ1-06/1KV(AS). Conforme a la norma UNE-EN 50.200, el conductor será del tipo RZ1-06/1KV(AS+) para los servicios de seguridad que deben de resistir al fuego sin propagar la llama ni el propio incendio.

Para su instalación se considerará que la caída de tensión en la LDI no superará el límite inferior de 228V para los servicios de alumbrado y fuerza en los Cuadros Secundarios CS de acuerdo con la norma ITC-BT-19.



10. Canalizaciones

Las canalizaciones permiten el montaje de los conductores en la instalación guiándolos desde una caja a otra a la vez que les aportan protección contra daños mecánicos, ambientales o químicos. Además pueden contribuir a proteger las líneas ante incendios o fallas eléctricas en el caso en el que se produzcan e incluyan los correspondientes accesorios de seguridad. Las canalizaciones deben instalarse de forma que se facilite en la manera de lo posible la inspección futura de los cables y el acceso a los mismos.

Las canalizaciones que se van a analizar en este proyecto van a ser tanto en forma de tubos: en sus modalidades metálicas y no metálicas., como en forma de bandejas: de rejilla, escalera o macizas. Las canalizaciones deben trazarse preferiblemente mediante líneas paralelas a las paredes del local.

Es importante incidir en la necesidad de supervisar el montaje de las diferentes canalizaciones para que se desarrolle de acuerdo a las especificaciones del fabricante de las canalizaciones. También se recomienda la supervisión de la introducción apropiada de los conductores dentro de sus canalizaciones y su fijación si fuera necesaria. De este modo se pueden evitar errores de instalación habituales como el daño mecánico del aislante del cable con el borde del tubo al introducirlo dentro o la acumulación de conductores en el extremo exterior de las bandejas quedando mal distribuidos los cables sobre las bandejas y aumentado el riesgo de deterioro prematuro del aislante por elevada temperatura.

10.1. Tubos portacables

Los tubos son las canalizaciones más empleadas y abarcan diámetros desde 13mm hasta los 200mm. Según su grado de flexibilidad, los tubos pueden ser

- Rígidos: poseen la capacidad de ser curvados manualmente mediante las herramientas apropiadas.
- Curvables: que pueden ser curvados directamente con la mano.
- Flexibles: que admiten numerosas flexiones a largo de su vida.

La posibilidad de curvatura de los tubos formando figuras más suaves que hace que se adapten mejor a las uniones y facilitan su instalación.

Durante la introducción de los cables en los tubos se utilizarán boquillas con los bordes redondeados para evitar el daño mecánico del aislamiento del cable. Los tubos se anclarán al techo o las paredes mediante bridas o abrazaderas metálicas con tratamiento superficial de zinc, lo que les confiere robustez mecánica y química frente al sol o la

humedad. Los anclajes se instalarán cada 0,5m o 1m de tubo. La altura libre del tubo al suelo es recomendable que sea superior a 2,5m para evitar posibles daños mecánicos.

10.1.1. Tubo portacables metálico

Los tubos metálicos habitualmente están contruidos de acero y aluminio y pueden contar con protección de aluminio, PVC o tratamiento superficial de zinc para evitar su deterioro. Hay tubos con una pared delgada que sirve también como puesta a tierra en el caso de utilizar la aparamenta y los accesorios necesarios.

Las tuberías metálicas tienen como accesorios las cajas de empalmes, cajas para el montaje de las salidas, soportes, curvas y uniones. Estos tubos no deben ser instalados mediante rosca por lo que se necesitan las uniones adecuadas. Los cables se podrán introducir y retirar fácilmente de los tubos cuando ya hayan sido colocados con sus correspondientes fijaciones mediante los oportunos registros. El número de curvas de ángulo recto entre dos registros no será superior a 3 para facilitar la tarea de introducción de los cables. Los registros pueden aprovecharse para realizar empalmes y derivaciones.

Los tubos metálicos son adecuados para instalaciones vistas y ocultas. Se admite su uso embebidas en paredes si se dimensiona adecuadamente los conductores. Son adecuados para emplazamientos de pública concurrencia de acuerdo a los requisitos de la ITC-BT-28 y ITC-BT-29. Si son sometidas a daños físicos grandes o se encuentran en ambientes muy corrosivos mediante productos químicos se emplean tubos de hierro galvanizado pesados o semipesados que permiten el uso de roscas como medio de unión.

En general los tubos metálicos no son apropiados para ambientes húmedos. Por tanto no serán enterrados ni entrarán en contacto con el suelo. No es recomendable la combinación con otros metales en una misma instalación para evitar efectos galvánicos que redunden en oxidación

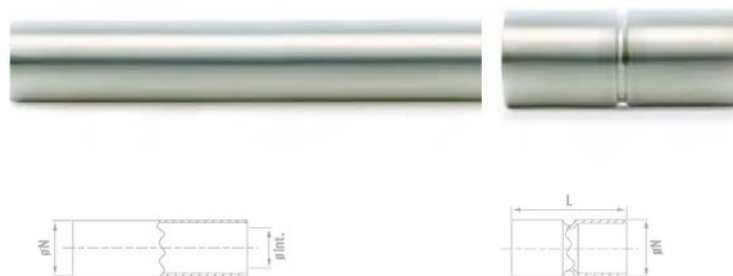


Ilustración 23. Tubo rígido metálico RL y unión correspondiente, del catálogo de Pensa [23].

Se encuentran en el mercado también tuberías metálicas flexibles. Las tuberías flexibles se fabrican mediante un laminado helicoidal que permite un grado medio de giro, con lo cual es posible hacer figuras curvadas que resultan muy costosas de obtener mediante el curvado manual de los tubos rígidos. Las curvas que pueden describir los tubos no pueden disminuir la sección interior del tubo.



Ilustración 24. Tubo helicoidal flexible de acero galvanizado del catálogo de Pensa, modelo PM [21].

10.1.2. Tubo portacables no metálico

Los tubos no metálicos están formados por diversos polímeros, entre los que resulta el más común el tubo de PVC. Los tubos no metálicos presentan buenos comportamientos frente a la humedad, algunos agentes químicos y corrosivos. Además son retardantes de la llama. Por ello son muy adecuados para estar enterrados o en contacto directo con el suelo si se garantiza su estanqueidad mediante los accesorios necesarios. Una ventaja que presentan los tubos plásticos frente a los metálicos son su menor coste y peso, por lo que también reducen los coste de instalación al facilitar el montaje.

Los tubos plásticos cuentan con accesorios como las cajas de empalmes, cajas para el montaje de las salidas, soportes, curvas y uniones. Algunos de las cuales son intercambiables con los accesorios utilizados en los tubos metálicos. Estos tubos a menos que se indique lo contrario por el fabricante no son recomendables para emplazamientos que puedan con llevar daños mecánicos, exposición directa al sol, que puede degradar prematuramente el material ni temperaturas superiores a 50°C. Se debe evitar utilizarlos como sujeción de luminarias.



Ilustración 25. Diferentes secciones de tubo de PVC rígido del fabricante Tuyper [28].

Los tubos no metálicos se presentan también en forma flexible, gracias a su forma helicoidal y corrugada. Los tubos de PVC flexibles evitan la necesidad de utilizar pegamentos en las uniones, ya que se instalan desde un registro a otro directamente, sin ningún empalme durante el recorrido. Si fuera necesario unir dos tubos se utilizan uniones mediante sello ardiente para garantizar la estanqueidad a lo largo del recorrido. La gran flexibilidad de este material permite que los trazados sean más directos ahorrando material y tiempo de instalación. Además también facilitan la introducción de los cables en su interior con lo que se reducen los tiempos de instalación.



Ilustración 26. Tubo de PVC flexible modelo TFA del fabricante Pemsu [21].

Los tubos flexibles son especialmente apropiados para la conexión de máquinas móviles o motores que someten a los tubos a esfuerzos mecánicos vibratorios o múltiples flexiones a lo largo de su vida. Bajo éstas condiciones para garantizar un buen comportamiento del tubo, éste debe tener una distancia mínima de 0,5m.

Existen además tubos plásticos con características superiores a las de los tubos de PVC. Los tubos de polietileno de alta densidad HDPE tienen comportamientos muy buenos frente a ambientes químicos o corrosivos debido a su alta estabilidad. Por otra parte existe una gama de tubos plásticos libres de halógenos, lo cual es muy apropiado para espacios de pública concurrencia. A pesar que la normativa no exige la instalación de tubos libres de halógenos y baja emisión de humos, es muy recomendable su presencia ya que son la primera barrera física de los conductores frente a un incendio en el exterior.



Ilustración 27. Tubo rígido libre de halógenos HFIRM del fabricante Pemsu [22].

10.2. Método de cálculo de tubos portacables

A la hora de elegir el diámetro exterior del tubo es necesario conocer la cantidad y sección de los cables que lo van a recorrer. Según el reglamento ITC-BT-15 existe un factor de corrección de colocación f que viene determinado por la localización final del tubo.

Tipo de instalación	f
Superficial	2,5
Empotrada	3
Enterrada	4

Tabla 18. Factores de corrección de colocación f de acuerdo a ITC-BT-15. Elaboración propia.

También hay que considerar la posible ampliación de las instalaciones o la modificación del trazado de líneas ya instaladas, por tanto es necesario incluir un coeficiente de



ampliación A , que vendrá dado en tanto por uno, siendo 2 un valor típico y que representa una posible ampliación del 100%.

El diámetro exterior del tubo vendrá dado por la siguiente expresión:

$$\Phi_{E\ tubo} = A \times e + \Phi_{E\ cond} \sqrt{A \times n \times f}$$

donde:

- $\Phi_{E\ tubo}$: diámetro exterior del tubo (mm);
- A : coeficiente de ampliación;
- e : espesor de la pared del tubo (mm);
- $\Phi_{E\ cond}$: diámetro exterior de los conductores (mm);
- n : número de conductores;
- f : factor de corrección de colocación.

10.3. Bandejas

Las bandejas portacables forman una estructura rígida de metal o plástico aislante que permite posar los cables sobre ellas para recogerlos. En general las bandejas serán metálicas galvanizadas por inmersión en zinc fundido, lo que presenta un mejor comportamiento y resistencia mecánica.

Los cables utilizados tendrán aislamiento con cubierta según la norma UNE 20.460-5-52. Se recomienda su utilización para tensiones no superiores a 0,6/1 kV, aunque su uso también es apto para tensiones superiores. Las bandejas tienen ranuras para el anclaje y fijación de los cables, que se realizará mediante bridas o accesorios adecuados cada 0,5 m en instalación horizontal y 0,25 m en instalación vertical.

Las bandejas tienen accesorios como codos, cruces, ángulos y tapas que serán del mismo material que las bandejas. La fijación de las bandejas se realizará mediante soportes con una separación de 1 m, pudiendo ser de 0,75 m para trazados verticales. En condiciones donde las bandejas se encuentren muy cargadas con cables se puede reducir la separación entre soportes hasta 0,5 m para soportar mejor el peso. Las bandejas deben ser capaces de soportar el peso de los accesorios de los cables como las cajas de derivación y de empalme. Para facilitar su transporte e instalación, la longitud de las bandejas no será superior a 2m.



Ilustración 28. Bandeja aislante tipo 66 con perfil omega del fabricante Unex [30].

Las bandejas deben garantizar la equipotencialidad de los cables en cumplimiento de la norma UNE-EN 61537. Para ello se emplea un conductor desnudo conectado a las bandejas y las correspondientes puestas a tierra para proteger la instalación contra contactos directos e indirectos. Sin embargo, pese a estar conectadas a tierra, las bandejas no se utilizarán como conductor de neutro.

Las bandejas metálicas pueden constituir un tipo de canalización abierta si se utilizan bandejas de tipo rejilla o en forma de escalera. La canalización de tipo abierta aporta la ventaja de permitir una ventilación de los cables eficaz y por tanto aumenta la capacidad de transporte de los cables. De acuerdo a la norma UNE-EN 61537 tienen presentar perfiles suaves que eviten el roce del aislante del cable durante la instalación. Las bandejas de rejilla electrosoldada poseen ventilación excelente, poco peso, buena resistencia y reducido coste por lo que será la bandeja preferente en la instalación.

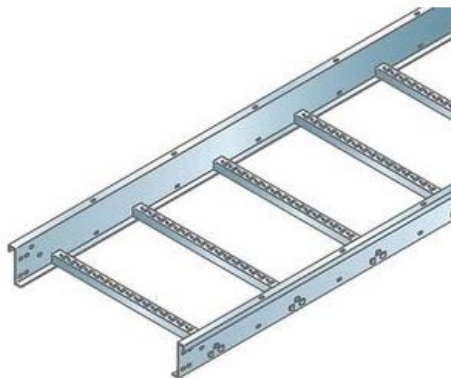


Ilustración 29. Bandeja de tipo escalera modelo Hercule del fabricante Tolmega [29].

Por el contrario, este tipo de canalización abierta proporciona poca protección a los cables, por lo que no se instalará en localizaciones con riesgo de daño mecánico o ambientes corrosivos o húmedos. Para estas circunstancias se instalarán bandejas cerradas con su correspondiente tapa, de forma que se aísla a los cables de ambiente.

10.4. Canal protector

Los canales protectores son un material de instalación constituido por un perfil, de paredes llenas o perforadas, destinado a contener conductores y otros componentes eléctricos, cerrado por una tapa desmontable según el reglamento ITC-BT-01. Este tipo de canalizaciones son adecuadas para su instalación bajo hormigón. Un canal protector puede estar formado por una bandeja con su respectiva tapa instalada.

Las características que deben cumplir los canales protectores vienen indicadas en ITC-BT-21. Los canales protectores tienen como accesorios bridas, juntas de dilatación, elementos de fin de canal, codos y elementos de señalización. Dentro de los canales se pueden montar los elementos de empalme de cables, cajas de derivación, tomas de corriente y otros elementos de protección y control.



Ilustración 30. Canal protector 93 del fabricante Unex [30].

De acuerdo a la norma UNE-EN 50085-1, los canales protectores de grado mayor o igual a IPX4 tendrán una tapa que solo puede ser abierta mediante el uso de herramientas y se empleará con cables aislados de 0,45/0,75KV, mientras que los que tengan un grado de protección menor podrán abrirse sin herramientas y solo admiten cables aislados con cubierta estanca y tensiones de 300/500V.

10.5. Método de cálculo de bandejas y canales

Para determinar el tipo de bandeja requerida es necesario conocer previamente el número y tipo de cables que alojará la bandeja. Las bandejas presentan un coeficiente de llenado que viene determinado por el tipo de aislante de los cables, la ventilación y según el reglamento ITC-BT-15 se corresponde con el siguiente:

Tipo aislamiento	K
Sin ES07Z1-K	1,4
0,6/1 KV	1,8

Tabla 19. Índice de llenado K de un canal protector según reglamento ITC-BT-15.



También hay que considerar la posible ampliación de las instalaciones o la modificación del trazado de líneas ya instaladas y que no estaban montadas sobre una determinada bandeja, por tanto es necesario incluir un coeficiente de ampliación A , que vendrá dado en tanto por uno, siendo 2 un valor típico y que incluye una posible ampliación del 100%.

Por tanto, la sección eficaz de bandeja o canal requerida viene determinada por la siguiente expresión:

$$S_{ef} = A \times K \times \left[\sum n_i \times \Phi_i^2 \right]$$

donde:

- S_{ef} : sección eficaz (mm²);
- A : coeficiente de ampliación futura;
- K : coeficiente de llenado;
- n_i : número de conductores de sección S_i ;
- Φ_i : diámetro exterior de sección S_i (mm²).

10.6. Selección de canalizaciones

Las canalizaciones empleadas para cada localización de acuerdo a lo descrito en los apartados anteriores y al reglamento ITC-BT-20 se detallan a continuación.

Situación	Canalización					
	Sin fijación	Fijación directa	Tubo	Canal	Bandeja rejilla	Sobre aislador
Hueco de construcción Accesible	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	No
Hueco de construcción No Accesible	Admitido	Sin uso	Admitido	Sin uso	Sin uso	No
Canal de obra	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	No
Enterrado	Admitido	No	Admitido	No	Sin uso	No
Empotrado en estructuras	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Sin uso	No
Montaje superficial	No	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido	Admitido
Aéreo	No	No	Sin Uso	Admitido	No	Admitido

Tabla 20. Guía de canalización de acuerdo al reglamento ITC-BT-20.

La fijación directa sobre las paredes solo se empleará en cables con tensiones superiores a 0,6/1 kV provistos de aislamiento y cubierta de acuerdo a la norma UNE 20.460 -5-52.

La bandejas de elevada ventilación como las de tipo escalera o rejilla no tienen una aplicación práctica para enterarlas o empotrarlas en zonas no accesibles ya sea de



construcción o de estructuras, ya que pierden sus principales ventajas, aunque el reglamento no prohíbe explícitamente su utilización en esas circunstancias.

Los tubos no se utilizan para instalaciones aéreas excepto en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida.



11. Sistemas de protección eléctrica

Con el fin de proteger las instalaciones eléctricas y los equipos conectados a ellas se incluyen sistemas de protección contra sobreintensidades y sobretensiones. Por otro lado, para proteger la seguridad personal y material externa a la propia instalación eléctrica se incluyen protecciones contra contactos directos e indirectos.

11.1. Protección contra sobreintensidades

Para proteger el aislamiento del sistema se protegerán todos los equipos y conductores frente a las sobreintensidades que puedan aparecer en ellos, con un tiempo de actuación lo suficientemente rápido como para evitar daños en los mismos. El reglamento ITC-BT-22 obliga a la correcta protección de todo el circuito frente a las sobreintensidades previsibles en él.

Las sobreintensidades pueden tener diferentes orígenes y valores.

- Una causa son las sobrecargas en los circuitos, que demandan una corriente más elevada que para la que fue diseñado el sistema. Las sobrecargas son admisibles en función de su valor y del tiempo de duración hasta la vuelta a valores admisibles. Si se superara alguno de estos parámetros por encima del máximo admisible por el conductor actuaría el dispositivo de protección. Estos dispositivos serán interruptores automáticos con capacidad de corte onipolar y curva térmica de corte.
- Otra posible causa de una sobreintensidad es un cortocircuito. Estos suelen ser debidos al fallo del aislamiento y deben ser despejados en el menor tiempo posible dado que producen corrientes muy altas. La protección debe ser capaz de cortar la máxima intensidad de cortocircuito en ese punto. En instalaciones con circuitos derivados de una línea principal, es admisible que solo la línea principal posea protección frente a cualquier cortocircuito que se pueda producir en su línea y en las dependientes de ella. De esta forma se reducen redundancias en la instalación, aunque debe prestarse más atención a los dispositivos principales.
- Las descargas atmosféricas provocan elevadas corrientes de una pequeña duración que pueden originar fallos en los aislamientos de la red. Es necesario aislar estas elevadas corrientes y conducir las a tierra para evitar daños en los equipos o en las personas.

Para el despeje de estas sobreintensidades se emplearán interruptores automáticos y fusibles con un poder de corte superior a la máxima corriente que se pueda presentar en ese punto de la instalación. Se establecerá una coordinación y selectividad apropiada



para despejar la falta afectando lo menor posible a la red. Cuando se empleen dispositivos diferentes para sobrecargas y cortocircuitos deberán coordinarse de manera que la energía que permita circular el dispositivo frente a cortocircuitos no sea lo demasiado elevada como para dañar el dispositivo frente a sobrecargas.

La instalación de las protecciones contra sobreintensidades para un esquema TN-S, como el de este proyecto, viene recogida en la siguiente tabla, donde se indica los conductores a proteger con la letra P:

Circuito	3F+N ($S_N \geq S_F$)				3F+N ($S_N < S_F$)				3F			F+N		2F	
Esquema	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TN-S	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P

Tabla 21. Protecciones por sobreintensidad en un esquema TN-S según reglamento ITC-BT-22.

donde:

- S_N : Sección del conductor de neutro (mm^2);
- S_F : Sección del conductor de fase (mm^2).

En el caso en el que la sección del conductor de neutro sea mayor que el de fase, según la ITC-BT-22, el corte y la conexión del conductor de neutro debe ser tal que el conductor neutro no sea cortado antes que los conductores de fase y que se conecte al mismo tiempo o antes que los conductores de fase. En este supuesto, se puede omitir la protección del cable de neutro si este se encuentra protegido por las protecciones situadas en las fases y la corriente de servicio normal del neutro es inferior a la máxima admisible por el conductor.

11.2. Protección contra sobretensiones

Las sobretensiones transitorias se deben a descargas atmosféricas, maniobras en la red y defectos en las mismas. Las descargas atmosféricas producen diferentes efectos en una red en función de la distancia entre el rayo y la red, clasificándose de la siguiente forma:

- Impacto directo o corta distancia: si el rayo incide sobre el Complejo Hospitalario, todos los conductores afectados reciben una tensión por encima de su valor máximo admisible y quedarían dañados, conductores cercanos podrían inducir sobretensiones peligrosas también. La corriente derivada a tierra puede dañar la red de tierras del edificio y producir cebados inversos. Para evitar esta situación es necesaria la instalación de un pararrayos correctamente puesto a tierra que aisle y conduzca esta energía.
- Impacto lejano: el rayo no índice en el Complejo Hospitalario pero produce un frente de ondas muy elevado que se propaga por la red. Esta sobretensión puede



provocar rupturas dieléctricas. Es necesaria la actuación de protectores para aislar y conducir la corriente.

- Rayo entre nubes: el rayo produce cargas de reflexión que inducen sobretensiones en los conductores, el efecto es similar al de un impacto lejano.

Las descargas atmosféricas producen ondas de choque de elevada tensión y muy corta duración mientras que las conmutaciones de la red producen sobretensiones con una cresta de menor valor, por lo que se considera que una instalación protegida para las sobretensiones por descargas atmosféricas también lo está frente a las producidas por maniobras.

De acuerdo a la instrucción ITC-BT-23, la categoría de sobretensiones determina la sensibilidad de la instalación y los aparatos conectados en ella. Las categorías permiten realizar una coordinación del aislamiento para reducir costes sin comprometer la seguridad de la red:

- Categoría I. Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico. Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.
- Categoría II. Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija. Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares.
- Categoría III. Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad. Ejemplo: armarios de distribución, embarrados, aparatos (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales...), etc.
- Categoría IV. Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución. Ejemplo: contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.

Una instalación presenta dos posibles situaciones frente a las sobretensiones, una situación natural, donde no es necesaria la actuación de protecciones frente a las sobretensiones bien porque la instalación esta alimentada exclusivamente por un cable subterráneo o porque los equipos presentan una resistencia elevada frente a las sobretensiones. O una situación controlada donde se considera necesaria la actuación de



protecciones frente a sobretensiones. En este proyecto se considerará como una situación controlada, porque pese a corresponderse con una situación natural, el fallo de los equipos eléctricos puede provocar fuertes pérdidas económicas debido a su elevado valor y pérdidas humanas por la ausencia de su servicio.

Las sobretensiones pueden limitarse mediante protecciones instaladas en las líneas aéreas y protecciones montadas en la instalación eléctrica del edificio. Es necesario que se empleen dispositivos específicos para sobretensiones de manera que se limite su valor de cresta a un valor menor a los soportados por cada categoría de carga. Las protecciones utilizadas contra sobrecorrientes o contactos como interruptores automáticos o diferenciales no son válidas para este propósito.

Tensión nominal (V)		Tensión soportada a impulso tipo rayo (KV)			
Trifásico	Monofásico	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	--	8	6	4	2,5
1000	--	8	6	4	2,5

Tabla 22. Clasificación de sobretensión máxima para una situación natural de acuerdo a la ITC-BT-23.

Los limitadores de sobretensiones tienen como objetivo actuar solo en caso de que se presente sobretensiones, por lo que en un funcionamiento normal de la red, presentan una impedancia lo más elevada posible, para minimizar las pérdidas de energía. Cuando se produce una tensión superior a la admisible, los descargadores disminuyen la impedancia que muestran a la corriente que los recorre para de esta forma derivar la corriente a tierra. Por tanto los parámetros que caracterizan estos elementos son la intensidad máxima de descarga y la tensión residual. No es posible conseguir un alto poder de descarga con una mínima tensión residual, por lo que se utilizarán diversos dispositivos de acuerdo a la categoría de las cargas.

Por tanto, quedan definidas protecciones generales de las líneas para derivar la mayor parte de la corriente, protecciones medias que acondicionan la sobretensión y la convierten en admisible y por ultimo una protección fina para las cargas más sensibles. Los limitadores de sobretensiones pueden ser descargadores abiertos, de contorno deslizante, de gas, varistor de óxido de zinc o diodos supresores.

En cumplimiento del reglamento ITC-BT-23, en redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección.

11.3. Protección contra contactos directos

La protección contra contactos directos busca proteger a personas frente al riesgo de contacto con las partes activas de los materiales eléctricos de una instalación. Para ello se tienen en cuenta las prescripciones recogidas en la instrucción ITC-BT-24. Los



medios empleados para este tipo de protección vienen definidos en la norma UNE 20460-4-41.

11.3.1. Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas de la instalación deben contar con un aislamiento que no permita descargas excepto en el caso en el que fuera destruido.

11.3.2. Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según la norma UNE 20.324. Las superficies que sean accesibles deben contar con al menos una protección IP4X o IP XXD. Si es necesario un acceso dentro de la parte protegida, se impedirá que puedan acceder accidentalmente personas o animales y se advertirá del riesgo de contacto con las partes activas.

Si es necesario abrir las envolventes, será necesario que se cumpla al menos uno de los siguientes supuestos:

- Utilización de herramientas o llaves.
- Retirada de tensión en las partes activas con impedimento físico o eléctrico de su restauración hasta que no se cierren las envolventes.
- Existencia una segunda barrera de grado IP2X o IP XXB o superior que evite el contacto con las partes activas y que a su vez, la segunda barrera requiera para su retirada que se cumplan alguna de estas condiciones.

11.3.3. Protección por medio de obstáculos

Mediante el método de protección a través de obstáculos evita los contactos fortuitos, pero no asegura protección frente a un contacto intencionado. Por tanto no se garantiza una protección completa. Se empleará únicamente en locales con acceso restringido a personal autorizado. Los obstáculos son desmontables sin necesidad de herramientas o llaves, pero no deben de poderse retirar accidentalmente. Algunos obstáculos habituales son listones de protección, barandillas o paneles enrejados.

11.3.4. Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

La protección por alejamiento pretende evitar contactos accidentales. Este método de protección asegura parcialmente la protección y se limita a emplazamientos de servicio eléctrico de acceso exclusivo a personal autorizado. Los elementos a diferente potencial accesibles simultáneamente no deben encontrarse en el mismo volumen de accesibilidad.

El volumen de accesibilidad es el situado en torno a los emplazamientos donde pueden circular personas y cuyos límites no pueden alcanzarse con la mano. Siendo una altura de 2,5 m y un radio de 1,25 m los habituales. Si en un emplazamiento se espera el uso

habitual de herramientas conductoras de gran longitud, el volumen de accesibilidad debe aumentar.

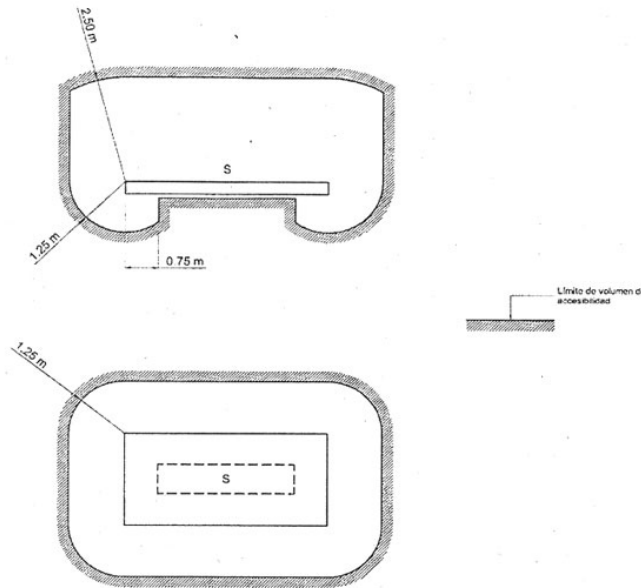


Ilustración 31. Volúmenes de accesibilidad de acuerdo al reglamento ITC-BT-24.

Si en el emplazamiento está limitado por un obstáculo con un índice de protección IP2X o IP XXB, según UNE 20324, el volumen de accesibilidad comienza a partir de ese obstáculo.

11.3.5. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Como su nombre indica este método de protección complementa a los anteriores y no constituye por sí mismo un sistema eficaz de protección contra contactos directos. Basa su funcionamiento en el uso de dispositivos de corriente diferencial-residual de alta sensibilidad, pudiendo detectar corrientes iguales o inferiores a 30mA.

En situaciones donde aparezcan corrientes residuales no senoidales, como en locales de radiología, los dispositivos serán de tipo A garantizando el poder de corte de las corrientes senoidales y pulsantes.

11.4. Protección contra contactos indirectos

Los contactos indirectos se basan en el contacto por parte de personas o animales de partes no activas de la instalación que como resultado de un fallo del aislamiento han quedado bajo tensión. El reglamento ITC-BT-24 determina que esta tensión de falta no debe superar los 50V, 24V para instalaciones húmedas o de alumbrado público según ITC-BT-09. Existen tres prescripciones generales a la hora de diseñar la protección contra contactos indirectos:



- Gestionar adecuadamente el riesgo eléctrico mediante mantenimiento predictivo y preventivo.
- Establecer una adecuada conexión a tierra de los equipos receptores y la instalación eléctrica de forma que las fallas en el aislamiento no produzcan tensión en elementos susceptibles de estar en contacto con personas.
- Utilización de un conductor de protección para dotar de equipotencialidad a las tierras accesibles simultáneamente.
- La puesta a tierra periódica del conductor de protección para asegurar su equipotencialidad y así reducir el recorrido de las corrientes de falta.

Se detallan a continuación algunos métodos específicos para llevar a cabo la protección contra posibles contactos indirectos.

11.4.1. Protección por corte automático de la alimentación

Para evitar riesgos eléctricos debe reducirse la duración de la falta de forma que la tensión no supere un determinado tiempo y valor que equivaldría a un contacto directo conforme se recoge en la norma UNE 20572-1. Así es posible reducir la exposición frente a contactos indirectos y para ello se procede mediante el corte automático de la alimentación.

Para un esquema de conexión TN-S como el de este proyecto, de acuerdo a la ITC-BT-08 y la norma UNE 20460-4-41 se especifican tiempos generales de actuación de las protecciones.

Tensión nominal (V)	Tiempo interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tabla 23. Tiempos de actuación de las protecciones según UNE 20460-4-41

En los esquemas TN se pueden emplear dispositivos de corriente máxima como fusibles o interruptores automáticos y dispositivos de corriente diferencial-residual.

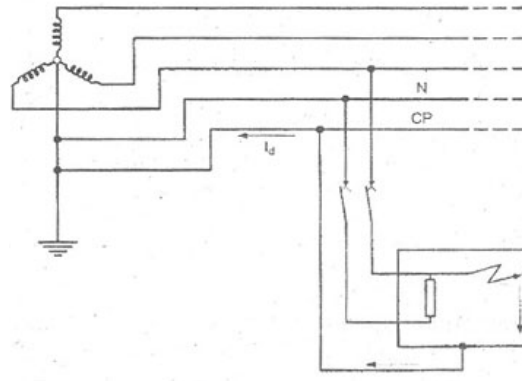


Ilustración 32. Diagrama de conexión TN-S según ITC-BT-24.

Con dispositivo de corriente diferencial-residual no se utilizará un conductor CPN aguas abajo, la conexión del conductor de protección se realizará antes del dispositivo. Con el fin de mejorar la selectividad, se instalarán dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada en serie con los de corriente diferencial-residual de tipo general.

Se instalarán protecciones contra contactos indirectos por corte automático de la alimentación en las Líneas Generales de Alimentación LGA, Líneas de Derivación de la General LDG y Líneas de Derivación Individual LDI mediante dispositivos de disparo de Máxima Corriente en corto retardo y dispositivos de corriente diferencial residual en los Cuadros Secundarios CS.

11.4.2. Protección por empleo de equipos de clase II o aislamiento equivalente

Los equipos y aparatos de clase II cuentan con dos niveles de aislamiento, proporcionando una protección adicional frente a posibles rupturas dieléctricas. La norma UNE 20460-4-41 recoge las características y el revestimiento con los que tienen que contar los equipos para ser considerados de clase II.

Los equipos que cuenten únicamente con una protección principal y durante su montaje se proporcione un aislamiento adicional o equipos sin aislamiento en sus partes activas pero que sean recubiertos en el montaje por un aislamiento reforzado también son considerados como equipos de clase II según la ITC-BT-24.

11.4.3. Protección en emplazamientos no conductores

En la protección de emplazamientos no conductores busca evitar el contacto simultáneo de elementos a diferente tensión en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas. El contacto de la puesta a tierra debe evitarse que se produzca simultáneamente con cualquier conductor o puesta a tierra. En estos emplazamientos no debe existir conductor de protección.

De acuerdo a la ITC-BT-24 se cumplirán las medidas de protección por puesta fuera de alcance por alejamiento recogidas en la sección de protección contra contactos directos en lo respectivo a los volúmenes de accesibilidad.



El aislamiento debe tener una rigidez mecánica suficiente y soportar una tensión de ensayo de 2000V con una corriente de fuga inferior a 1mA en condiciones normales.

Tensión nominal (V)	Resistencia (K Ω)
≤ 500	50
> 500	100

Tabla 24. Resistencia mínima del aislamiento en función de la tensión nominal según la ITC-BT-24.

Las disposiciones utilizadas deben ser duraderas y no podrán inutilizarse. Se evitará la humedad dentro del local, la instalación posterior de materiales conductores que no sigan estas prescripciones y posibles derivaciones de tensión fuera del local.

11.4.4. Protección mediante conexiones equipotenciales no conectadas a tierra

De acuerdo al reglamento ITC-BT-24 los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles. La conexión equipotencial local no debe estar conectada a tierra.

Para proteger las personas que accedan al local de sufrir una diferencia de potencial peligrosa, el suelo conductor, aunque esté aislado del terreno, estará conectado a la conexión equipotencial local.

11.4.5. Protección por separación eléctrica

La protección por separación eléctrica se basa en la alimentación de la red a través de un sistema que permita una separación galvánica como un generador o un motor generador. La norma UNE 20460-4-41 establece los requisitos que debe cumplir el sistema de separación.

Cuando la red separada solo suministre energía a un aparato, la tierra de la red no se conectará a un conductor de protección. Si por el contrario la red separada alimenta a varios aparatos, de acuerdo al reglamento ITC-BT-24 apartado 4.5 debe cumplirse las siguientes prescripciones.

- Las masas del circuito separado deben conectarse entre sí mediante conductores de equipotencialidad aislados, no conectados a tierra. Tales conductores, no deben conectarse ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.
- Todas las bases de tomas de corriente deben estar previstas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad descrito en el apartado anterior.
- Todos los cables flexibles de equipos que no sean de clase II, deben tener un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.



- En el caso de dos fallos francos que afecten a dos masas y alimentados por dos conductores de polaridad diferente, debe existir un dispositivo de protección que garantice el corte en un tiempo como máximo igual al indicado en la tabla 1 incluida en el apartado 4.1.1, para esquemas TN.

12. Dispositivos de protección

12.1. Interruptor automático

Los interruptores automáticos IA vienen definidos de acuerdo a las normas UNE-EN 60898 para los interruptores de protección contra sobrecargas IA modulares y magnetotérmicos y UNE-EN 60947-2 para los interruptores automáticos asociados a disparadores de sobrecarga y cortocircuitos.

De acuerdo a la GUIA-BT-22 se definen dos tramos de funcionamiento para los interruptores automáticos.

- Disparo por sobrecarga: tiene característica térmica de tiempo inverso o dependiente y en la figura se aprecia por la parte curva.
- Disparo por cortocircuito: de carácter instantáneo o con el menor retardo en el despeje de la falta posible. En la figura se representa por la recta inferior.

Para los interruptores magnéticos en instalaciones domésticas o análogas existen tres zonas de disparo:

Curva	Expresión
Curva B	$I_m = {}^3/{}_5 I_N$
Curva C	$I_m = {}^5/{}_{10} I_N$
Curva D	$I_m = {}^{10}/{}_{20} I_N$

Tabla 25. Expresiones para el cálculo del disparo magnético según GUIA-BT-22.

Si en la instalación no se prevén transitorios electromagnéticos se montará un IA de tipo B, mientras que ante la presencia importante de transitorios se optará por la opción D. La curva C prevé una instalación mixta y será la utilizada de forma predeterminada.

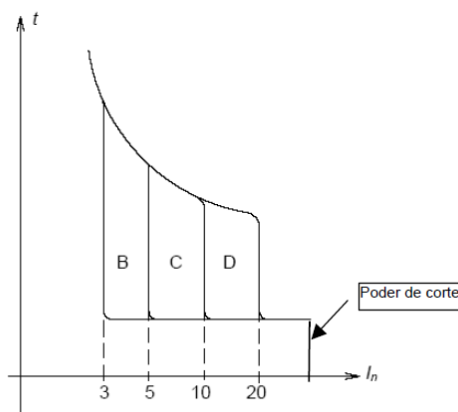


Ilustración 33. Curvas de disparo características de los interruptores automáticos según GUIA-BT-22.

Los interruptores automáticos se montarán sobre un carril normalizado. Los interruptores automáticos serán bipolares para instalaciones monofásicas o tetrapolares para instalaciones trifásicas. Estarán dimensionados de acuerdo a la tensión nominal, para la corriente de servicio normal prevista en la línea de acuerdo a la previsión de cargas y corriente de cortocircuito.

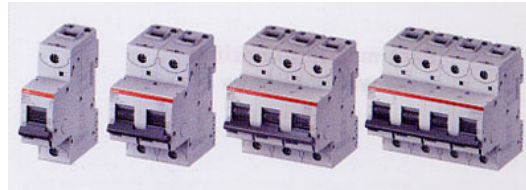


Ilustración 34. Interruptores automáticos S800c del fabricante ABB [16].

Para una mayor selectividad, todos los cuadros contarán con protección mediante un interruptor automático. De acuerdo a una correcta coordinación de los interruptores, los interruptores de los cuadros secundarios y aguas abajo tendrán un tiempo de actuación frente a cortocircuitos nulo, mientras que los situados aguas arriba tendrán un pequeño retardo.

El interruptor automático destinado a proteger un motor, deberá cumplir con la norma UNE-EN 60947. Estos interruptores tienen más zonas de actuación para adaptarse a las curvas de arranque y funcionamiento de un motor.

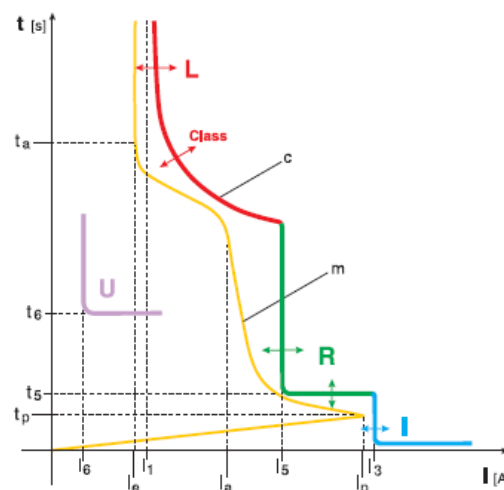


Ilustración 35. Curva del interruptor automático Tmax de ABB para un motor trifásico asíncrono [14].

Para instalaciones de pública concurrencia donde debe evitarse un corte prolongado del servicio, los interruptores automáticos son preferentes frente a los fusibles a la hora de elegir protecciones frente a sobrecorrientes ya que en caso de falta permiten una restitución más rápida del servicio que los fusibles.

12.2. Interruptor diferencial

Los interruptores diferenciales vienen definidos en la norma UNE-EN 60947-2 y en la norma UNE-EN 61009 si incluyen protección contra sobrecorrientes. El interruptor diferencial viene definido básicamente por su corriente y tensión nominal, sensibilidad y poder de corte. El interruptor será bipolar para circuitos monofásicos y tetrapolar para circuitos trifásicos.

El interruptor diferencial basa su funcionamiento en la diferencia entre la corriente de entrada y la de salida de un circuito. Si esta diferencia supera su sensibilidad el interruptor abre el circuito. El conductor de entrada y salida está arrollado en sentidos opuestos sobre un núcleo magnético. Mientras las corrientes de entrada y salida sean parejas el flujo magnético en el núcleo es nulo, pero al existir una falta el flujo neto es distinto de cero y a través de un electroimán se abre el circuito para despejar la falta.



Ilustración 36. Interruptor diferencial 23009 del fabricante Schneider Electric [24].

Existe un botón de ensayo del interruptor diferencial que genera una diferencia de corriente y debe ser pulsado periódicamente para supervisar el correcto funcionamiento del interruptor.

En este proyecto, de acuerdo a la ITC-BT-24, se emplearán interruptores de corriente diferencial residual de 300mA, para limitar de este modo los posibles daños a personas por un contacto con las partes activas. Estos interruptores de corriente residual diferencial se instalarán en todos los Cuadros Secundarios CS y en otros cuadros aguas abajo si fuera necesario por la naturaleza de las cargas.

12.3. Cartucho fusible

Las características de los cartuchos fusibles limitadores de corriente o simplemente fusible están recogidas en la norma UNE-EN 60269. Los fusibles están definidos por su tensión nominal, la intensidad asignada o intensidad mínima de fusión garantizada por el fabricante y el poder de corte máximo.

El funcionamiento de un fusible se basa en la fusión del conductor debida al aumento de la temperatura por encima de los valores normales producido por la circulación de una corriente de cortocircuito o sobrecarga. El fusible generalmente está instalado en un

portafusibles o conjunto portador que lo recoge y protege del exterior. El fusible únicamente permite un uso y una vez despejada la falta debe sustituirse para restaurar el sistema.



Ilustración 37. Fusible modular monofásico y trifásico PMX del fabricante DF Electric [18].

Figura:

Las clases de curvas de fusión se clasifican mediante dos letras. La primera (en minúsculas) indica la zona de corrientes donde se garantiza la fusión y la segunda letra (en mayúsculas) esta determinada por el tipo de circuito a proteger.

Letra	Clase de curva
g	Garantiza la actuación desde la I_N hasta su poder de corte asignado. Corta sobrecargas y cortocircuitos.
a	Garantiza la actuación desde el mínimo de su característica tiempo-corriente $k_2 I_N$ hasta el PdC asignado. Cortan cortocircuitos.
G	De uso general.
N	Protección de motores.
Tr	Protección de transformadores.
B	Protección de líneas de gran longitud.
R	Protección de semiconductores.
D	Tiempo de actuación retardado.

Tabla 26. Clases de curvas de fusión de acuerdo a la GUIA-BT-22.

Por tanto los fusibles presentan dos diferentes comportamientos frente a sobreintensidades, los fusibles de tipo g que actúan frente a cualquier tipo de sobreintensidad y los de tipo a que solo actúan frente a los cortocircuitos. A continuación se incluyen sus curvas características.

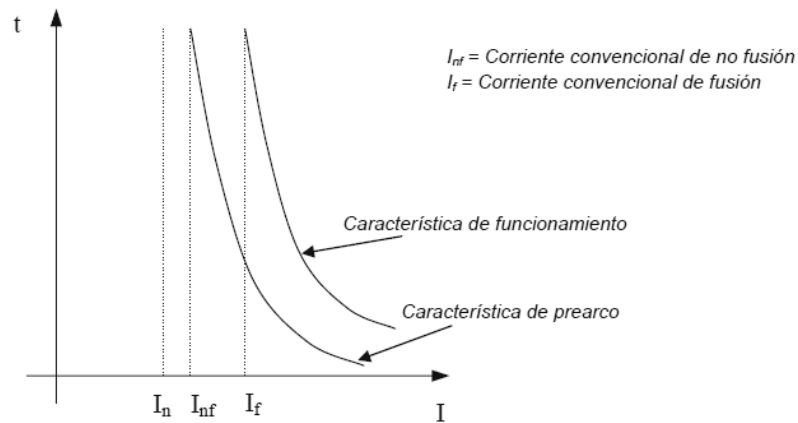


Ilustración 38. Característica tiempo-corriente de un fusible tipo g según GUIA-BT-22.

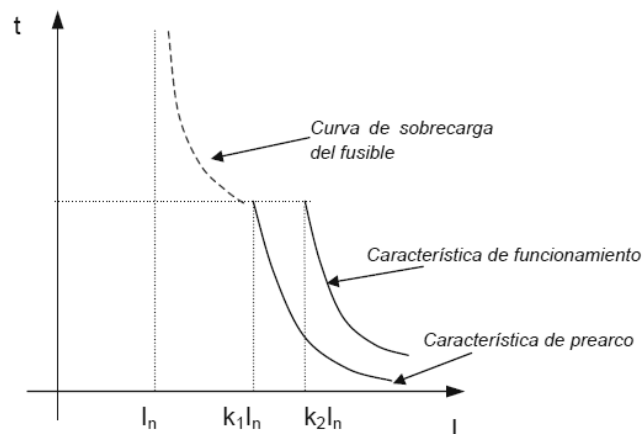


Ilustración 39. Característica tiempo-corriente de un fusible tipo a según GUIA-BT-22.

Se emplearán fusibles de fusión cerrada para evitar efectos externos de la fusión en el ambiente.

12.4. Panel de aislamiento

Los paneles de aislamiento tienen como objetivo la protección contra contactos indirectos en los locales donde un receptor penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo humano y que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente, de acuerdo la instrucción ITC-BT-38 apartado 3. Para evitar este riesgo, esos receptores tienen que conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

Los paneles de aislamiento cumplirán la instrucción ITC-BT-38 apartado 2.1.3 y a la norma UNE-20.615. Las características eléctricas de los elementos principales son las siguientes.



- El transformador de aislamiento sirve de aislamiento magnético entre ambos circuitos. Será un transformador de baja inducción (≤ 8000 gauss) y dispondrá de pantalla entre primario y secundario. Su tensión de cortocircuito es $\leq 8\%$, y la corriente de fuga capacitiva de primario a secundario inferior a 80 microamperios.
- El dispositivo de vigilancia de aislamientos supervisa el funcionamiento correcto del panel de aislamiento. Es de tipo resistivo con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminosa. Dispone de señalización verde por “correcto funcionamiento” y pulsador de parada para la alarma acústica. Llevará incorporado un terminal remoto repetidor de las señales del propio monitor o de un conjunto de monitores, con indicación individualizada, permitiendo la gestión centralizada.
- Las Barras colectoras EE y PT serán dos pletinas de cobre de 300 mm de longitud, 25 mm de altura y 5 mm de espesor, con taladros roscados, tornillo y arandela estriada para la conexión de conductores equipotenciales y de protección. Ambas pletinas irán fijadas al bastidor metálico del panel mediante soportes aislados.



13. Método de cálculo de protecciones

En el cálculo de los dispositivos de protección empleados varía de acuerdo al tipo de sistema de protección utilizado y la sensibilidad requerida.

13.1. Método de cálculo de protecciones contra sobreintensidades

Los siguientes cálculos se realizan de acuerdo al reglamento ITC-BT-22.

13.1.1. Protección frente a sobrecargas

Los dispositivos deben cumplir las siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

donde:

- I_B : intensidad de empleo de acuerdo a la previsión de cargas (A);
- I_N : intensidad nominal del dispositivo (A);
- I_Z : intensidad máxima admisible de conductor (A).

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

donde:

- I_2 : intensidad convencional de protección o intensidad de disparo (A);
- I_Z : intensidad máxima admisible de conductor (A).

La intensidad de disparo I_2 es la intensidad mínima a la cual el dispositivo realizará la desconexión de la línea y su cálculo difiere en función del tipo de dispositivo.

Tipo de dispositivo	Expresión utilizada
Interruptor PIA	$I_2 = 1,45 \times I_N$
Fusible ($I_N \geq 16A$)	$I_2 = 1,60 \times I_N$
Fusible ($4A < I_N < 16A$)	$I_2 = 1,90 \times I_N$
Fusible ($I_N \leq 4A$)	$I_2 = 2,10 \times I_N$

Tabla 27. Expresiones utilizadas en el cálculo de la intensidad de disparo según UNE-EN 60898 para el interruptor y UNE-EN 60269 para los fusibles.

Los pequeños interruptores automáticos PIA o magnetotérmicos cumplen por defecto la segunda expresión y únicamente necesitan comprobar para su cálculo la primera condición. Los fusibles por el contrario no garantizan el cumplimiento de la segunda expresión y es necesario realizar los cálculos.



13.1.2. Protección contra cortocircuitos

En el cálculo de las protecciones frente a cortocircuitos se debe garantizar que el poder de corte del dispositivo será siempre mayor que el valor del cortocircuito máximo que pueda producir en ese punto y que se corresponde con un cortocircuito trifásico en el punto a la salida del dispositivo, ya que es el punto que ofrece una menor impedancia al paso de la corriente de cortocircuito. La corriente mínima a la que asegura el disparo la protección debe ser menor o igual que la corriente mínima de cortocircuito, que se produce cuando la falta se encuentra en el punto más alejado posible del dispositivo. Las expresiones que recogen estos requisitos son las siguientes:

$$I_{CC\ max} \leq PdC$$

donde:

- $I_{CC\ max}$: intensidad máxima de cortocircuito (A);
- PdC : poder de corte máximo del dispositivo (A).

Según el reglamento ITC-BT-22 se acepta el incumplimiento de la condición anterior por parte de un dispositivo si existe otro dispositivo de apoyo aguas arriba con el suficiente poder de corte como para cumplir ese requisito.

$$I_{CC\ min} \geq I_A$$

donde:

- $I_{CC\ min}$: intensidad mínima de cortocircuito (A);
- I_A : intensidad de actuación del dispositivo (A).

Aunque en el caso del uso de un interruptor automático en sustitución de la anterior se toma la siguiente expresión, que resulta más restrictiva, para garantizar el funcionamiento correcto de la protección:

$$I_{CC\ min} \geq 10 \times I_N$$

donde:

- $I_{CC\ min}$: intensidad mínima de cortocircuito (A);
- I_N : intensidad nominal del dispositivo (A);

Las protecciones deben asegurar siempre la actuación en un tiempo lo suficientemente rápido como para que el conductor no supere su temperatura máxima admisible. Cumpliéndose la siguiente expresión:

$$(I^2 \times t)_{cc} \leq (I^2 \times t)_{adm} = (K \times S)^2$$

resultando como expresión final:



$$t = \frac{k^2 \times S^2}{I_{cc}^2}$$

donde:

- I_{cc} : intensidad de cortocircuito (A);
- t_{cc} : tiempo de cortocircuito (s);
- S : sección del conductor (mm²);
- K : constante dependiente del tipo de conductor y su aislante:

Tipo de conductor		Constante K
Cu-PVC (70°C)	$S \leq 300 \text{ mm}^2$	115
	$S > 300 \text{ mm}^2$	103
Cu-PVC (90°C)	$S \leq 300 \text{ mm}^2$	100
	$S > 300 \text{ mm}^2$	86
Cu-XLPE o Cu-EPR		143
Al-PVC (70°C)	$S \leq 300 \text{ mm}^2$	76
	$S > 300 \text{ mm}^2$	68
Al-PVC (90°C)	$S \leq 300 \text{ mm}^2$	66
	$S > 300 \text{ mm}^2$	57
Al-XLPE o Al-EPR		94

Tabla 28. Valores para la constante K basados en la norma UNE 211003-1.

Esta expresión debe verificarse tanto para la corriente de cortocircuito máxima como para la mínima.

13.2. Método de cálculo de protecciones contra contactos directos

Para los contactos directos se ajustará el dispositivo de corriente diferencial residual para disparar con intensidades menores o iguales a 30mA.

En cuanto a contactos indirectos en esquemas TN-S, se creará un bucle de defecto que estará compuesto por el conductor activo hasta la falta y el conductor de protección desde la falta hasta la fuente. Basado en el reglamento ITC-BT-24, los dispositivos deberán asegurar frente a faltas francas o de impedancia nula, independientemente de la localización de la falta, que se verifica la siguiente expresión:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

donde:

- Z_s : impedancia del bucle de defecto (Ω);
- I_a : intensidad de actuación del dispositivo en un tiempo igual o menor que el de la tabla (A);
- U_0 : tensión nominal eficaz fase-neutro (V).



De acuerdo a la ITC-BT-08 y la norma UNE 20460-4-41 se especifican tiempos generales de actuación de las protecciones.

Tensión nominal (V)	Tiempo interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tabla 29. Tiempos de actuación de las protecciones según UNE 20460-4-41.

La norma UNE 20460-4-41 establece los requisitos que deben presentarse para superar los tiempos de interrupción o para condiciones especiales de la instalación.



14. Alumbrado de interiores

En el diseño de las instalaciones de iluminación del Complejo Hospitalario, recibe especial importancia obtener los niveles medios de iluminación adecuados para cada una de las áreas funcionales que constituyen las instalaciones atendiendo a criterios de eficiencia energética. Es necesario tener en cuenta los usos a que se destinan dichas dependencias e incentivar el uso de equipos de alto rendimiento y bajo consumo como medida de ahorro de energía. El diseño del alumbrado interior se ha realizado de acuerdo al Código Técnico de Edificación HE-3.

14.1. Conceptos básicos de iluminación

En lo que respecta a las instalaciones de alumbrado se pretende primero definir algunos conceptos y magnitudes básicos relacionados con la iluminación que posteriormente será empleados.

La luz es un tipo de onda electromagnética perceptible por el sentido de la vista que se propaga en línea recta. Las principales unidades para medir este tipo de radiación son las siguientes.

- El flujo luminoso (Φ) es la energía luminosa total emitida por unidad de tiempo, se mide en lúmenes (lm).
- La intensidad luminosa (I) es el flujo luminoso emitido en una dirección definida por un ángulo constante, su unidad son las candelas (cd).
- La iluminación o iluminancia (E) es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie, su magnitud son los luxes (lx).
- La luminancia o brillo (L) es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente luminosa o iluminada, se mide en nit (nt) o cd/m^2 .
- La eficacia luminosa es el cociente entre el flujo luminoso emitido y la potencia eléctrica de la fuente, se expresa en (lm/w).

El índice de deslumbramiento unificado (UGR) mide el grado de deslumbramiento que produce una luminaria en un rango de 10 a 30. El deslumbramiento directo se mantendrá dentro de límites aceptables si se controla el grado de deslumbramiento molesto. La sensación del deslumbramiento molesto depende del número, posición, luminancia, y tamaño de las fuentes deslumbradoras y de la luminancia a la cual los



ojos están adaptados. El efecto sobre el deslumbramiento está relacionado con la luminancia media sobre el plano de trabajo.

Para las luminarias con lámparas directamente visibles bajo el rango crítico de ángulos de visión que producen deslumbramiento, deberá limitarse la luminancia media de la luminaria y apantallarla adecuadamente.

El índice de rendimiento de color (Ra) proporciona información sobre las propiedades de rendimiento de color de una lámpara. El rendimiento de color es importante para obtener unas prestaciones visuales y sensación de color adecuada de forma que se puedan distinguir los colores reales de los objetos y personas. Las lámparas con índices de rendimiento inferiores a 80 no serán usadas en instalaciones interiores.

Para conseguir la iluminación necesaria existen diferentes tecnologías de lámparas que varían en función de la forma de emitir luz y su eficacia luminosa.

- La lámpara de incandescencia emite luz por termo-radiación como consecuencia del paso de corriente eléctrica por un filamento conductor de wolframio. Pueden ser lámparas incandescentes normales, donde el filamento se encuentra en una ampolla de vacío o incandescentes halógenas, que tienen una atmósfera de yodo. Tienen bajos valores de eficacia luminosa (10-20 lm/w) y una duración de 1.000 a 3.000 h.
- La lámpara de inducción emite luz mediante la excitación de átomos de vapores metálicos por la inducción electromagnética de alta frecuencia de una bobina. Normalmente se emplea vapores de mercurio a baja presión. La excitación de los átomos de mercurio producen la radiación que es transformada por los polvos fluorescentes situados en la cara interna de la ampolla. Tiene valores de eficacia luminosa de 80 lm/W y una vida útil muy de 60.000 h.
- La lámpara de descarga emite de luz como resultado de la descarga eléctrica a través de gases o vapores metálicos. Es la tecnología más usada en la actualidad. Forman esta categoría las lámparas fluorescentes y lámparas de sodio de alta presión. Las lámparas fluorescentes emisión de luz mediante la descarga eléctrica a través de vapor de mercurio a baja presión, que produce rayos ultravioleta transformados en luz visible al atravesar los polvos fluorescentes situados en el interior del tubo, tiene una eficacia luminosa de 100 lm/W y una vida útil en torno a 8.000 h. La lámpara de mercurio a alta presión es la tecnología más utilizada en el alumbrado público de las calles. Tienen una eficacia luminosa de 100 lm/w y una vida de 30.000 h pero una representación cromática monocolor.
- La lámpara de LED está formada por una placa con diodos semiconductores de nitruro de galio GaN que al polarizarse de forma directa emiten energía en forma



de fotones. Este tipo de tecnología tiene una eficacia luminosa de 90-120 lm/W y una vida de 20.000 h.

Otro elemento principal en la instalación de iluminación son las luminarias. La luminaria es aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por las lámparas y que contiene los accesorios necesarios para su funcionamiento. Están reguladas en la norma UNE 60598-1.

14.2. Iluminación normal

Con el cumplimiento de la norma de Alumbrado de Interiores UNE 12464-1 se pretende obtener un ambiente agradable y de confort visual para los usuarios de las instalaciones. Esta norma establece unos valores mínimos de iluminación (E), índice de deslumbramiento unificado (UGR) y rendimiento de colores (Ra). Los valores para las diferentes estancias se detallan a continuación.

Tipo interior, tarea y actividad	E (lux)	UGR	Ra
Oficina de personal.	500	19	80
Salas de espera.	200	22	80
Sala de personal.	300	19	80
Pasillos circulación durante el día.	150	22	80
Pasillos circulación durante la noche.	50	22	80
Cafeterías.	200	22	80
Vestuarios y salas de lavado.	200	25	80

Tabla 30. Iluminación normal en salas de uso general de acuerdo a UNE 12464-1.

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación CTE-15 se instalarán detectores de presencia y sistemas de temporización en zonas de uso esporádico, como los Aseos y Vestuarios. Asimismo, en pasillos de circulación general y en aquellos que han de mantenerse abiertos en horario nocturno, se han previsto dos modos de iluminación, uno modo diurno con una iluminancia media de 200 lux y otro modo nocturno con 50 lux de iluminancia. De este modo es posible cumplir con los requerimientos de eficiencia energética de las instalaciones.

Tipo interior, tarea y actividad	E (Lx)	UGR	Ra
Habitación enfermo alumbrado general.	100	19	80
Habitación enfermo alumbrado lectura.	300	19	80
Habitación enfermo alumbrado examen.	300	19	80
Alumbrado nocturno habitación enfermo.	5	-	80

Tabla 31. Iluminación normal en estancias para pacientes de acuerdo a UNE 12464-1.

En las habitaciones de unidades de hospitalización se instalarán luminarias en el cabecero de la cama, con configuración de lectura, reconocimiento y ambiental mediante 3 lámparas de 18W con encendido independiente. En el cabecero, junto a las



luminarias, estará un canal para las tomas eléctricas, de gases, llamadas de enfermo y voz-datos. El cabecero será de aluminio con una sección de canal de 220x70mm.

Tipo interior, tarea y actividad	E (Lx)	UGR	Ra
Salas examen y tratamiento (curas).	1.000	19	80
Salas examen alumbrado general.	500	19	80
Salas examen alumbrado tratamiento.	1.000	19	100
Salas de escáner alumbrado general.	300	19	100
Salas de escáner con imágenes y tv.	50	19	80

Tabla 32. Iluminación normal en salas diagnósticas de acuerdo a UNE 12464-1.

Tipo interior, tarea y actividad	E (Lx)	UGR	Ra
Salas de parto alumbrado general.	300	19	80
Salas de parto examen y tratamiento.	1.000	19	100
Salas de tratamiento.	500	19	100
Salas para ejercicio físico.	300	22	80
Enfermería.	500	19	80

Tabla 33. Iluminación normal en salas de tratamientos, partos y enfermería de acuerdo a UNE 12464-1.

Tipo interior, tarea y actividad	E (Lx)	UGR	Ra
U.C.I. alumbrado general.	100	19	80
U.C.I. examen y tratamiento.	1.000	19	100
Salas preoperatorias y recuperación.	1.000	19	100
Quirófanos alumbrado operación.	10.000	-	100

Tabla 34. Iluminación normal en Salas de cuidados intensivos y quirófanos de acuerdo a UNE 12464-1.

En quirófanos y salas de intervención, las luminarias previstas son del tipo “salas blancas” en la iluminación general, y con un IP54 como mínimo el resto.

En las camas de UCI y camillas de reconocimiento la iluminación especial de examen y tratamiento se consigue con lámpara empotrables de 75 W accionados mediante regulador de iluminación. Todos estos aparatos disponen de aro antideslumbrante, estando la lámpara desplazada hacia el interior del difusor 5 cm por encima del enrase.

Tipo interior, tarea y actividad	E (Lx)	UGR	Ra
Laboratorios y farmacia alumbrado general	500	19	80
Salas de esterilización y desinfección	300	22	80
Salas de máquinas	200	25	80
Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60

Tabla 35. Iluminación normal en servicios para el Complejo Hospitalario de acuerdo a UNE 12464-1.



Para la obtención de los valores de las tablas anteriores se han empleado lámparas fluorescentes lineales de 36W (3.350lm) y compactas de 18W (1.200lm), 26W (1.800lm) y 36W (2.900lm) con un color de luz blanco neutro, que se corresponde con temperaturas de 3.300 a 5.300°K.

Las lámparas estarán alojadas en luminarias de chapa de acero pintada en color blanco y componente óptico en aluminio especular. Las luminarias estarán diseñadas para ser empotradas en falso techo y alojar los accesorios necesarios para el funcionamiento de la lámpara. Las lámparas fluorescentes de 36W lineales o compactas, tendrán luminarias empotrables con cerco de aluminio pintado en blanco con difusor óptico doble parabólico de alto rendimiento y baja luminancia. Las lámparas compactas de 18 y 26W serán circulares cerradas mediante un cristal transparente o traslucido, tendrán un cerco de aluminio pintado en blanco equipado con reflector de aluminio especular de baja luminancia.

Las lámparas estarán equipadas con balastros electrónicos provistos de precaldeo de cátodo y clase A2 según el reglamento CE 245/2009 con aplicación directa y recogido en el Real Decreto 187/2011.

Clase	Balastro
A1	electrónicos regulables
A2	electrónicos de bajas pérdidas
A3	electrónicos estándar
B1	electromagnéticos de muy bajas pérdidas
B2	electromagnéticos de bajas pérdidas
C	electromagnéticos de pérdidas moderadas
D	electromagnéticos de altas pérdidas

Tabla 36. Clases de balastros para iluminación según CE 245/2009.

Los índices de eficacia aplicados a balastros para lámparas fluorescentes están reflejados en la siguiente tabla.

Tipo Lámpara	Potencia (W)		Eficacia según Clase (%)		
	50 Hz	HF	A2 BAT	A2	A3
Lineal	18	16	87,7	84,2	76,2
	36	32	91,4	88,9	84,2
Compacta 2 tubos	18	16	87,7	84,2	76,2
	24	22	90,7	88,0	81,5
	36	32	91,4	88,9	84,2
Compacta plana 4 t	18	16	87,7	84,2	76,2
	24	22	90,7	88,0	81,5
	36	32	91,4	88,9	84,2
Compacta 4 tubos	18	16,5	87,7	84,2	76,2
	26	24	90,7	88,0	81,5
Compacta 6 tubos	18	16	89,8	86,8	78,6
	26	24	91,4	88,9	82,8



Tabla 37. Valores de eficacia para balastros electrónicos según CE 245/2009.

Para el cálculo del índice de eficacia de los balastros regulables clase A1, se tiene que obtener con una regulación para el 100% de su flujo magnético. Se comparan con los valores de la tabla anterior clasificándose de la siguiente manera.

Clase de balastro regulable	Correspondencia con flujo al 100%
A1 BAT	A2
A1	A3

Tabla 38. Clases de balastros electrónicos regulables según CE 245/2009.

Hay sensores de luminosidad colocados en los tubos fluorescentes de las luminarias cuyo nivel de iluminación se quiere regular. Es posible regular un circuito de balastros alimentados desde el mismo Cuadro Secundario con hasta 20 balastros mediante un solo sensor. Los sensores permiten una regulación independiente y autónoma para cada uno de ellos, pudiéndose regular la iluminancia en cada sala en función del uso y de la cantidad de luz natural existente para lograr un nivel de confort visual adecuado. El balastro electrónico regulable varía el flujo de la lámpara para llegar al nivel de la iluminación establecido por el sensor.

14.3. Iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia está formada por el alumbrado destinado a seguridad y el alumbrado de remplazamiento. El Complejo Hospitalario debe contar con un alumbrado de emergencia que suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes en caso de fallo del alumbrado normal. La iluminación de emergencia queda definida según el Código Técnico de Edificación CTE-SB-04 y la instrucción ITC-BT-28.

14.3.1. Alumbrado de seguridad

El Alumbrado de Seguridad se emplea para permitir la evacuación de una zona en caso de falta de tensión. El alumbrado de seguridad comprende al alumbrado de evacuación, de ambiente y de zonas de alto riesgo de acuerdo a la ITC-BT-28.

- El alumbrado de evacuación tiene como objetivo permitir la identificación y uso de las rutas de evacuación proyectadas. Habrá una iluminancia mínima de 1 lux en el suelo en las vías de evacuación y de 5 lux para identificar los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución.
- El alumbrado de ambiente pretende evitar el pánico de los usuarios de Complejo Hospitalario permitiendo la identificación y acceso a las rutas de emergencia.



Existirá una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el espacio hasta 1m de altura y durante un tiempo mínimo de funcionamiento de una hora.

- El alumbrado de zonas de alto riesgo asegurará la integridad de las personas en actividades potencialmente peligrosas. Su duración mínima será la necesaria para interrumpir esas actividades peligrosas. Se diseñará una iluminación mínima de 15 lux o del 10% de la iluminación normal.

El alumbrado de seguridad estará formado por aparatos autónomos de emergencia con 1h de autonomía y conmutación automática por fallo en el suministro eléctrico en menos de 0,5s. Estos aparatos reciben tensión y suministro para la carga de sus acumuladores mediante los circuitos del alumbrado normal. Están protegidos por los mismos interruptores de sobrecorriente que propios locales donde están ubicados. Esta configuración permite a los aparatos entrar en funcionamiento cuando se produzca el disparo de los interruptores de sobreintensidad.

Durante el corte de suministro programado, los aparatos autónomos permanecerán apagados en estado de reposo (acumuladores cargados). En los Cuadros Secundarios CS se instalará un dispositivo de telemando para la desconexión de los aparatos autónomos, que volverán automáticamente a modo de funcionamiento normal al restaurarse la tensión.

Para facilitar el mantenimiento del alumbrado de seguridad, la conexión de todos los aparatos autónomos y del circuito de telemando se realizará mediante bornas enchufables de conexión irreversible. Las bornas estarán ocultas en el falso techo, accesibles a través del hueco que deja el aparato al ser desmontado.

14.3.2. Alumbrado de replazamiento

El Alumbrado de Replazamiento debe permitir la realización de las actividades normales durante al menos 2h cuando se produzca una ausencia de tensión de acuerdo a la instrucción ITC-BT-28.

Las salas de intervención y quirófanos contarán con fuentes de alimentación ininterrumpida SAI propias con una autonomía de 2h según ITC-BT-38. Este sistema será capaz de suministrar energía eléctrica a los aparatos de alumbrado normal y a la fuerza para equipos de asistencia vital. La alimentación se realizará a través de un transformador de aislamiento. Los Grupo Electrógénos del Complejo Hospitalario presta apoyo a este sistema de alimentación como respaldo, ya que cuenta con una autonomía de 8h a plena carga.

Existirán sistemas de alumbrado de replazamiento mediante sistemas de alimentación ininterrumpida SAI y respaldo del Grupo Electrógénico en salas de curas, zona de urgencias y salas de asistencia médica al enfermo. Tendrán instalados aparatos autónomos de emergencia con 2h de autonomía, que proporcionan una iluminancia media de 5 lux.



Todas las fuentes de alimentación ininterrumpida SAI estarán ubicadas dentro del sector de incendios donde cumplen la función encomendada.

Las luminarias normales tendrán posibilidad de suministro mediante el funcionamiento del Grupo Electrónico ante una ausencia de tensión de corte largo, (30 segundos) según ITC-BT-28.



15. Red de tierras

La red de puesta a tierra tiene el objetivo principal del limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado, según la ITC-BT-18.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Los elementos que forman un sistema de puesta a tierra son los siguientes:

- Electrodo: pica metálica tratado contra la corrosión de longitud variable, que se entierra desnuda en el suelo con el fin de adquirir un potencial lo más próximo a tierra y drenar las corrientes de defecto que aparezcan en el sistema.
- Línea de enlace con tierra: enlaza el electrodo con el resto de la instalación. Estará soldado con el electrodo mediante soldadura aluminotérmica.
- Borne de puesta a tierra: punto situado fuera del terreno que se emplea de punto de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. Deberá permitir la conexión y desconexión de la línea de tierra y la línea de enlace con tierra para realizar la medida de los valores finales de puesta a tierra.
- Conductor de protección: destinado a unir la masa de un equipo con un otro conductor y establecer una equipotencialidad al conjunto.

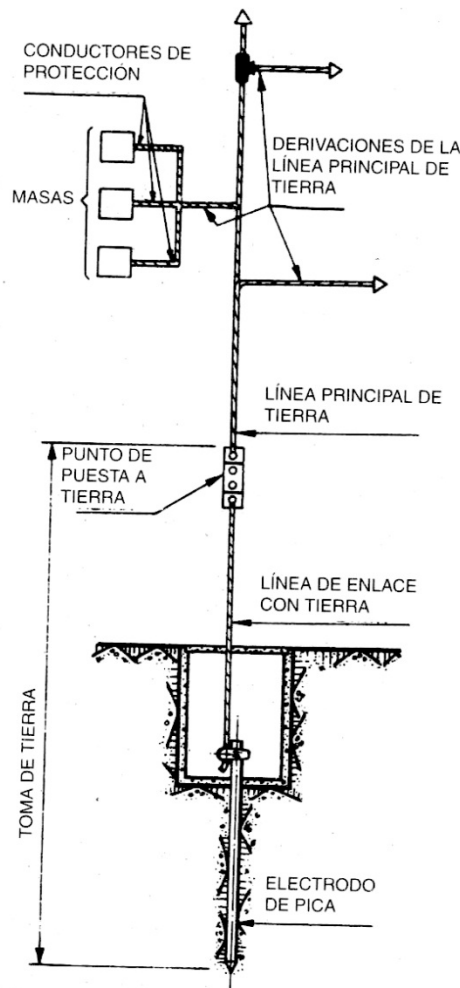


Ilustración 40. Diagrama de los elementos de puesta a tierra según [11].

El electrodo es el elemento más importante de la puesta a tierra puesto que es donde se realiza la unión física entre el sistema de puesta a tierra y la propia tierra. Los principales tipos de electrodos utilizados son los siguientes y sus expresiones para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra según el reglamento ITC-BT-18:

- **Picas:** son electrodos artificiales cilíndricos que se introducen en el terreno verticalmente. Suelen ser de acero galvanizado, cobre o acero recubierto de cobre de al menos 14mm de diámetro. La longitud de la pica no es inferior a dos metros. La resistencia de tierra que ofrece este tipo de electrodo viene definido en la siguiente expresión.

$$R = \frac{\rho_a}{L}$$

donde

- R : resistencia de tierra (Ω);
- ρ_a : resistividad aparente del terreno (Ω/m);
- L : longitud de la pica (m).



La instalación de las picas se puede realizar en profundidad o en paralelo. En profundidad se empalman todas las picas entre sí para conseguir una longitud mayor. En paralelo se distribuyen las picas alrededor de la superficie del edificio.

- Placas: son electrodos artificiales de forma rectangular o cuadrada que ofrecen una alta superficie de contacto con el terreno. Suelen ser de cobre o acero recubierto de cobre de al menos 2mm de espesor. La resistencia de puesta a tierra de este tipo de electrodos viene determinado por la expresión:

$$R = 0,8 \frac{\rho_a}{P}$$

donde

- R : resistencia de tierra (Ω);
 - ρ_a : resistividad aparente del terreno (Ω/m);
 - P : perímetro de la placas (m).
- Cables: son electrodos artificiales constituidos a partir de la instalación horizontal de un cable, pletina o fleje desnudo debajo de la cimentación del edificio o a una profundidad suficiente como para evitar tensiones de paso. La instalación del cable se hace estirado sinuoso en la zanja según MIBT-39. El más empleado es el cable de cobre macizo o trenzado de al menos 35mm^2 de sección. La resistencia de puesta a tierra se halla mediante la siguiente formula.

$$R = 2 \frac{\rho_a}{L}$$

donde

- R : resistencia de tierra (Ω);
- ρ_a : resistividad aparente del terreno (Ω/m);
- L : longitud del cable enterrado (m).

Todos los metales empleados en la construcción de los electrodos sufren una elevada corrosión por parte del terreno debido a la reacción química con la humedad, agentes químicos del suelo, corrientes eléctricas en el terreno y corrientes galvánicas. Para evitar la destrucción de los electrodos deberán ser tratados químicamente contra la corrosión de forma que no sea necesario mantenimiento, al encontrarse enterrados y no ser accesibles.

El pozo de inspección es un hoyo a 50cm de profundidad donde se encuentra el extremo de electrodo y se realiza la conexión con la línea de enlace con tierra. Sirve de aislamiento de la unión con los agentes corrosivos del terreno y evita que se produzcan gradientes de tensión cerca de la superficie que pudieran producir riesgos por elevada tensión de paso.

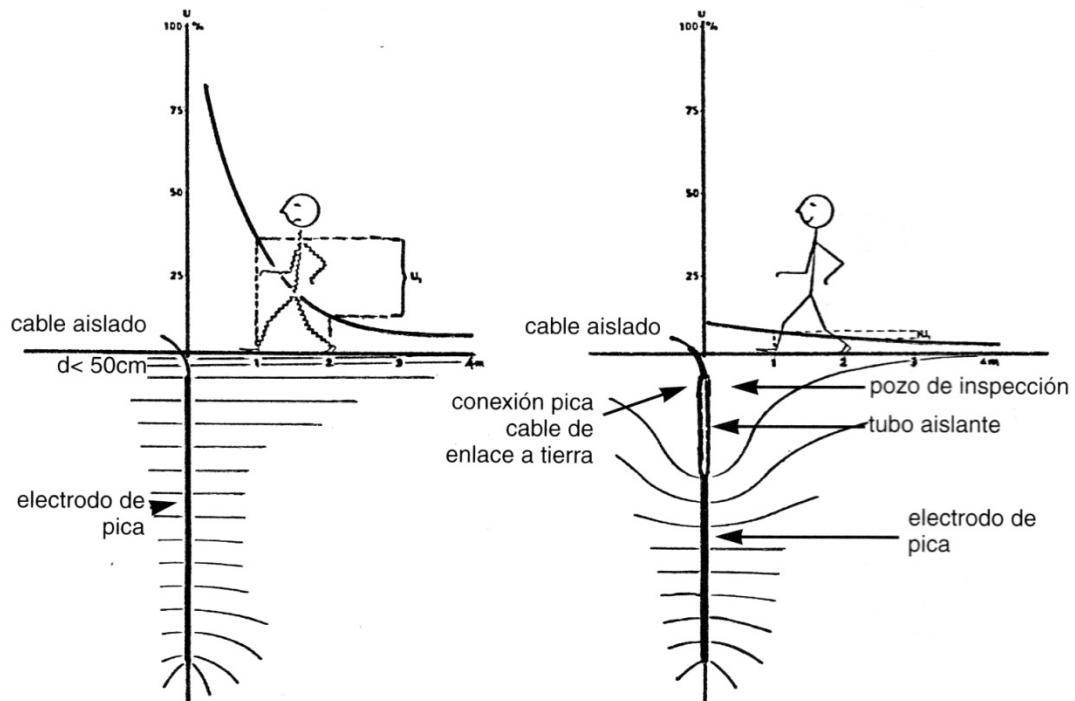


Ilustración 41. Tensiones en una pica con pozo de inspección según [11].

Los puntos más débiles de la puesta a tierra a parte del electrodo son los empalmes y las derivaciones. El método de unión de estos debe ser fiable y soportar la corrosión. El tipo de unión empleado para enlazar los diferentes elementos de la puesta a tierra será la soldadura aluminotérmica. La soldadura aluminotérmica tiene un alto punto de fusión para soportar los efectos de un cortocircuito franco, tiene buena conductividad y una ejecución simple y fiable. La soldadura aluminotérmica está contemplada en el MIE-BT-039 y en las Normas Tecnológicas de la edificación de 1973 (NTE-IEP/1973). Las principales ventajas de la soldadura aluminotérmica son la eliminación de la unión física entre los metales a unir con los problemas de corrosión, oxidación y migración de iones que esto provoca y aumenta la conductividad y consistencia de la unión al aportar cobre a la sección del empalme.

Adicionalmente, se pueden añadir productos químicos para mejorar la conductividad del terreno. Estos productos son compuestos salinos que poseen alta conductividad. Los más empleados son las sales con una duración de 2 años, los geles (6-8 años de duración) o el abonado electrolítico del terreno (sulfato de calcio) que no requiere nuevas adiciones en un plazo de 10-15 años.

Debido a la duración en el tiempo de los tratamientos químicos que comprende de 2 a 15 años, es recomendable no emplear productos químicos para mejorar la conductividad del terreno y por el contrario sobredimensionar los electrodos, ya que de esta forma se consigue evitar el control y mantenimiento de la conductividad del terreno durante la vida de la instalación.

15.1. Régimen de neutro

Los regímenes de neutro se denominan con un código de dos o tres letras. La primera letra hace referencia a sistema de neutro del equipo de alimentación de la red, normalmente el transformador. La segunda letra es la situación de las masas de la instalación receptora respecto de tierra. La tercera letra es opcional y hace referencia a la distribución del cable de neutro y de protección. A continuación se incluye una tabla con las posibles letras utilizadas según la posición.

Letra		Definición
1ª letra	T	Conexión de un punto de la alimentación a tierra.
	I	Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación respecto de tierra o puesta a tierra a través de impedancia.
2ª letra	T	Masas conectadas a tierra independientemente de la tierra de alimentación
	N	Masas conectadas al neutro de la alimentación.
3ª letra	S	Conductor de neutro y de protección separados.
	C	Conductor de neutro y de protección en un mismo cable.

Tabla 39. Regímenes de neutro. Elaboración propia.

15.1.1. Sistema IT

En esta configuración de neutro, el neutro de la alimentación está aislado de tierra o posee una resistencia de valor aproximado de 1.500Ω . Por el contrario las masas de los equipos se encuentran conectadas a tierra.

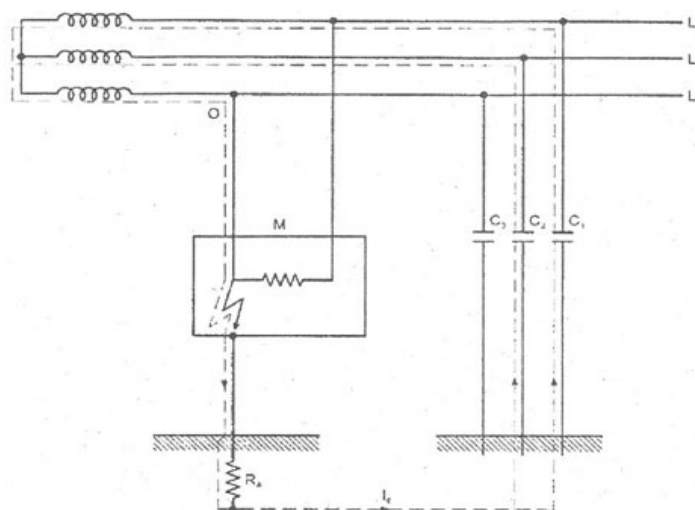


Ilustración 42. Esquema IT con alimentación aislada de tierra según ITC-BT-24.

Un defecto del aislamiento produce una pequeña corriente de falta debido a las capacidades parásitas de la red. La tensión desarrollada es de bajo valor y no presenta un riesgo para las personas o equipos. La red no necesita ser interrumpida y se garantiza la continuidad del servicio.



Un segundo fallo del aislamiento produciría un cortocircuito que debería ser despejado por las protecciones, interrumpiendo el servicio.

Los dispositivos de protección utilizados en este tipo de sistema de puesta a tierra son controladores permanentes de aislamiento, dispositivos de protección de corriente diferencial-residual y dispositivos de protección de máxima corriente (fusibles o interruptores automáticos).

Es el sistema empleado en instalaciones que necesitan una seguridad en la continuidad del servicio, como son los quirófanos.

15.1.2. Sistema TT

En esta configuración el neutro del transformador o generador está puesto a tierra. Por otro lado las masas de los equipos están conectadas a tierra independientemente a través del conductor de protección. Todas las masas de los equipos conectadas a un mismo dispositivo de protección deberán tener el mismo conductor de protección y la misma toma de tierra.

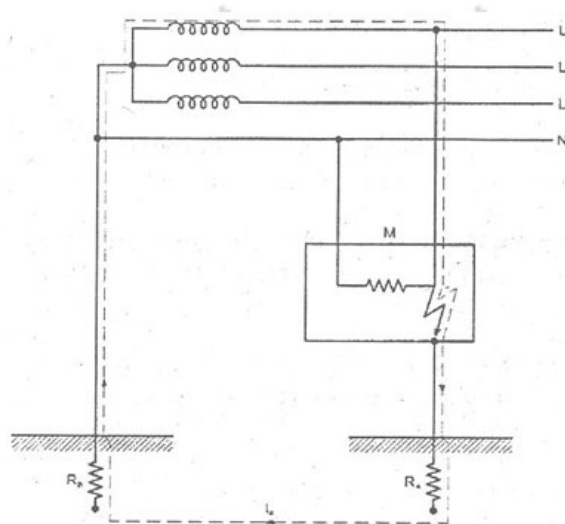


Ilustración 43. Esquema TT según ITC-BT-24.

En caso de producirse un defecto la corriente está limitada por la resistencia de las tomas de tierra de la alimentación y del equipo.

Los dispositivos de protección utilizados en este tipo de sistema de puesta a tierra son dispositivos de protección de corriente diferencial-residual y dispositivos de protección de máxima corriente (fusibles o interruptores automáticos).

El sistema TT es el sistema de puesta a tierra más habitual en las instalaciones de baja tensión.

15.1.3. Sistema TN

El sistema de neutro TN tiene el neutro de la alimentación de la red y las masas de los equipos conectado a la misma toma de tierra. Esta configuración es la única que requiere tres letras para definir si el cable del neutro y el de protección son el mismo o se tienden separados. En el esquema TN-C se comparten mientras que en el TN-S son independientes.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene lo más próximo posible al de tierra en caso de fallo.

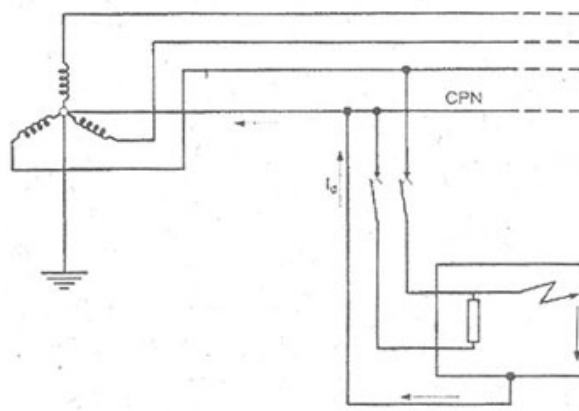


Ilustración 44. Esquema TN-C según ITC-BT-24.

En el sistema TN-S, el cable de neutro y de protección son tendidos por separado.

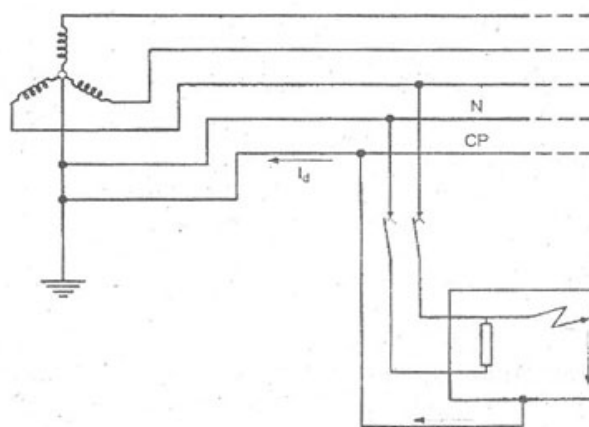


Ilustración 45. Esquema TN-S según ITC-BT-24.

En este esquema de neutro, un fallo de aislamiento se convierte en un cortocircuito y la parte del circuito afectada tiene que ser desconectada.



Es necesario el cálculo de las impedancias de todas las líneas y diseñar las protecciones de nuevo en caso de ampliación.

Los dispositivos de protección utilizados en este tipo de sistema de puesta a tierra son dispositivos de protección de corriente diferencial-residual y dispositivos de protección de máxima corriente (fusibles o interruptores automáticos).

El sistema TN es el que arroja mayor disponibilidad de la instalación solo por detrás de la configuración IT y la localización de la falta es más sencilla que en los IT.

15.2. Sistema de puesta a tierra del Complejo Hospitalario

En el Complejo Hospitalario se crearán cinco redes de puesta a tierra independientes.

- Red de puesta a tierra de protección de alta tensión.
- Red de puesta a tierra de neutros de transformadores.
- Red de puesta a tierra de protección de baja tensión.
- Red de puesta a tierra de la estructura del edificio
- Red de puesta a tierra del pararrayos.

A continuación se detallan las diferentes redes.

15.2.1. Red de puesta a tierra de protección de alta tensión

Esta red de puesta a tierra conectará las masas y los elementos metálicos de la instalación de media tensión del Centro de Transformación que normalmente no se encuentren en tensión con tierra.

En esta red de protección se conectará también la malla equipotencial electrosoldada de retícula 30x30cm que se encuentra enterrada en el suelo del local del Centro de Transformación. Cubriendo la malla se creará una capa de hormigón de al menos 10 cm de espesor.

La puesta a tierra se realizará de acuerdo al reglamento MIE-RAT-13 y su resistencia será igual o inferior a 10 Ω .

15.2.2. Red de puesta a tierra de neutros de transformadores

La red de puesta a tierra de los neutros de los transformadores será independiente para cada transformador o generador electrógeno.

La resistencia de la toma de tierra de cada transformador tendrá una resistencia inferior a 2 Ω para poder establecer una red TN-S de acuerdo al reglamento ITC-BT-08 en el apartado 2e.

La puesta a tierra de los transformadores estará a una distancia de 18,87 m de la puesta a tierra de alta tensión.



15.2.3. Red de puesta a tierra de protección de baja tensión

En la red de puesta a tierra de protección de la red de baja tensión se pondrá a tierra todas las masas y partes metálicas de los equipos e instalaciones que forman la red de baja tensión que en un modo de funcionamiento normal no se encuentran en tensión.

Los conductores de protección tendrán un color amarillo-verde de acuerdo a la normativa. Los conductores de protección se pondrán a tierra a través de una pica de acero cubierto de cobre con una resistencia total inferior a 2Ω .

15.2.4. Red de puesta a tierra de la estructura del edificio

La red de puesta a tierra de la estructura del edificio unirá todas las armaduras y mallazos metálicos de los pilares entre sí y con tierra. Como electrodos de puesta a tierra se utilizarán las picas de la red de puesta a tierra de la instalación de baja tensión.

La puesta a tierra se realizará mediante un cable de cobre desnudo de 50mm^2 de sección enterrado 50 cm por debajo de la primera solera del edificio para evitar la presencia de tensiones de paso en la superficie.

Los empalmes entre los pilares y el cable de cobre se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

15.2.5. Red de puesta a tierra del pararrayos

La red de puesta a tierra del pararrayos debe ser capaz de drenar cualquier intensidad de rayo que sea capturada por el dispositivo de protección contra el rayo. Para ello la impedancia total de puesta a tierra de esta red debe ser inferior a 2Ω . Se realizará mediante bajantes de cable de cobre desnudo de 70mm^2 y picas de cobre de 2m. Se tratará el terreno mediante sales para mejorar su conductividad. Esta será la única red de puesta a tierra que tendrá un tratamiento químico del terreno.

15.3. Régimen de neutro del Complejo Hospitalario

El régimen de neutro del Complejo Hospitalario viene determinado por el conjunto de sus puestas a tierra y sus equipos. Las posibles configuraciones adoptables en el Complejo son de tipo TT y TN-S. El régimen de neutro elegido para el Complejo será de tipo TN-S, exceptuando la instalación específica para los quirófanos que será de tipo IT.

Los sistemas TT y TN-S tendrían una instalación idéntica pero el régimen TN-S presenta una resistencia para el bucle de defecto a tierra equivalente a cero, pues estarán unidos el conductor de protección y el conductor de neutro en el Cuadro General de Baja Tensión CGBT



Por otra parte, el esquema TN-S facilita la aplicación del reglamento ITC-BT-38 apartado 2.1.4 que determina que los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales en el del transformador. Por lo que la protección contra contactos indirectos solo puede realizarse con interruptores de máxima corriente. En este caso el sistema de régimen de neutro adecuado es el TN-S porque en el caso del sistema TT no puede garantizarse permanentemente un valor bajo de resistencia ni realizar cálculos suficientemente precisos para el ajuste de los relés de máxima corriente.

En el sistema TN-S se instalarán para la protección contra contactos indirectos dispositivos de disparo diferencial por corriente residual (DDRs) solo en la zona más cercana a las cargas. Por tanto una ventaja es la ausencia de DDR desde el Cuadro General de B.T. hasta el último escalón de protección, indicado anteriormente.

Para la protección de las diferentes líneas que unen los Cuadros Generales de Baja Tensión con los DDR se emplearán los interruptores de máxima corriente. Para ello es necesario ajustar adecuadamente el disparo de corto retardo de los interruptores. De esta forma se puede conseguir una selectividad alta en el despeje de faltas aumentando la disponibilidad global de la red.

El sistema de neutro TN-S disminuye el número de disparos accidentales de los diferenciales, especialmente los de alta sensibilidad (30mA). Se puede remplazar los dispositivos de disparo por corriente diferencial residual de 30mA por los de 300mA si se asegura la continuidad del conductor hasta las cargas estudiadas puesto que en el sistema TN-S la resistencia de defecto a tierra es prácticamente nula durante la vida de la instalación. Los resultados que se obtienen de este modo son más favorables que con el empleo único de interruptores diferenciales “superinmunizados” del tipo SI.

La unión entre el embarrado de puesta a tierra y la barra de neutros se llevará a cabo en los cuadros CGBT mediante dos enlaces, uno para el barraje con suministro único de Red y otro para el de doble suministro red-grupo.

Los puentes de comprobación de conductividad de las puestas a tierra se situarán centralizados. El enlace entre los electrodos de puesta a tierra y los puentes de comprobación se realizará con cable aislado de tipo 0,6/1 kV. Los puentes de comprobación irán alojados en cajas aisladas individuales con aislamiento superior a 5 kV.

Por otra parte, con el fin de mejorar la impedancia de puesta a tierra de la instalación se propone utilizar la red de distribución de alumbrado de la urbanización., enterrando un cable de cobre desnudo de 35mm^2 uniendo todas las picas de las arquetas de registro de las luminarias y que cumplen con la función de cable de protección de esa instalación. Este cable se enlaza con el Cuadro General de Baja Tensión CGBT a través de la arqueta más cercana mediante un cable aislado RV-0,6/1 kV.



El enlace de estas puestas a tierra permite obtener una resistencia de puesta a tierra menor a 1Ω . Por lo que sería posible enlazar a esta red la red de puesta a tierra de alta tensión de acuerdo al reglamento ITC-BT-18 apartado 11.

16. Protección contra el rayo

La necesidad de instalación de protecciones contra las descargas atmosféricas viene determinada por la frecuencia esperada de impactos sobre el Complejo Hospitalario. Según el Código Técnico de Edificación en su Documento Básico de Seguridad de Utilización, apartado 8 (CTE-DB-SU-8) será necesaria la instalación de protecciones contra el rayo si la frecuencia esperada de impactos es superior al riesgo máximo admisible de impacto. El siguiente mapa muestra la densidad de impactos sobre el terreno según la norma.



Ilustración 46. Mapa de impactos de rayos en España según CTE-DB-SU-8.

Como la frecuencia esperada de impactos es muy superior al riesgo máximo admisible de impacto será necesaria la instalación de un sistema de protección contra rayos de una eficiencia de nivel uno.

El pararrayos se diseñará de forma que el Complejo quede protegido para cualquier intensidad de rayo.

16.1. Componentes de una instalación de protección contra el rayo

La cabeza de captación tiene el objetivo de atraer la descarga del rayo. Las cabezas de captación se debe proteger de la oxidación para una mayor eficacia. Está construida de acero inoxidable o cobre con revestimiento anticorrosivo. Se unen mediante soldadura aluminotérmica.



La red conductora enlaza la cabeza de captación con el punto de puesta a tierra mediante bajantes rectas y por el camino más corto posible. El cable será de cobre rígido al menos de sección 50 mm^2 . La red conductora es independiente para cada cabeza de captación. La instalación será vista sobre la cubierta del edificio y los muros, desde la cabeza de captación hasta la puesta a tierra y se sujetará mediante aisladores. Las curvas tendrán un radio mínimo de 20 cm y un ángulo no superior a 60° .

La toma de tierra drena la corriente del rayo a la tierra. Es la parte más importante de la instalación contra el rayo. Normalmente se conecta a la puesta a tierra del edificio pero puede tener su propia puesta a tierra. La impedancia total de puesta a tierra desde la cabeza de captación hasta el terreno tendrá un valor máximo de 2Ω .

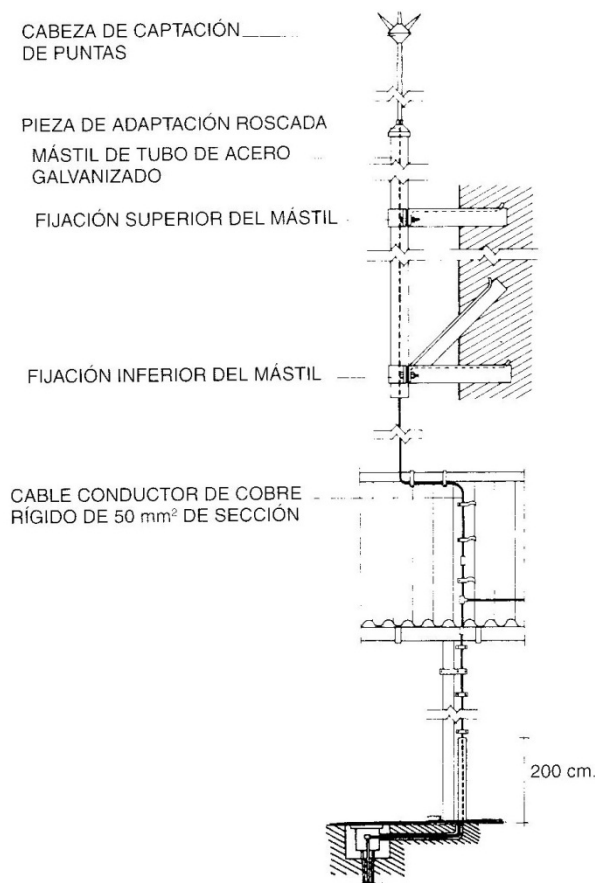


Ilustración 47 . Elementos de un pararrayos según [11].

16.2. Tipos de configuraciones de pararrayos

El pararrayos de puntas es de tipo Franklin, cuyo funcionamiento se basa en la teoría de puntas. Las descargas atmosféricas van a parar a la cabeza que debe estar más alta que los elementos a proteger. La cobertura de protección es un cono que tiene por altura la



distancia entre el terreno y la punta de captación y por radio en la base la proyección de la altura. Es muy adecuado para construcciones aisladas de gran altura o con salientes.

Los pararrayos reticulares son una variante del pararrayos de puntas. Son muy adecuados para edificios con una gran superficie de cubierta y plana. Un pararrayos reticular está formado por una red conductora en forma de malla de manera que ninguna parte de la cubierta está a más de 9 m de un cable conductor. El cable conductor estará situado en el perímetro del edificio en las aristas más elevadas. Cada punto del cable conductor crea un cono de protección equivalente a un pararrayos de tipo Franklin. Existirá dos bajantes para los 100 primeros metros cuadrados, y otra adicional por cada 300 m² de cubierta. Si existen pararrayos reticulares a diferentes alturas en un mismo edificio, las redes inferiores se conectarán a las bajantes de las redes superiores.

16.3. Instalación contra descargas atmosféricas en el Complejo Hospitalario

De acuerdo al CTE-DB-SU-8 se instalarán 9 pararrayos de nivel 1 de doble dispositivo de cebado. Tendrán un triple protector de sistema de aislamiento, acumulador de carga electrostática de varias etapas, generador electrónico de trazadores ascendentes y vía de chispas múltiple sin fuente de alimentación artificial.

El tiempo de cebado de cada uno de los 9 pararrayos es de 60 μ s por lo que cada pararrayos proporciona un radio de protección de 80 m.

Para la puesta en servicio de la instalación se harán pruebas, consistentes en medir la resistencia eléctrica desde la cabeza de captación hasta el punto de puesta a tierra. El valor de impedancia total no será superior a 2 Ω . La puesta a tierra será independiente de las otras redes de puesta a tierra, mediante bajantes de cable de cobre desnudo de 70 mm² y picas de cobre de 2 m. La impedancia inferior a 2 Ω se consigue mediante la adición de sales al terreno.

La instalación de cada pararrayos incluye un mástil, soportes, acoplamiento y pieza de adaptación entre mástil y cabeza de captación, grapas, manguitos, tubos de protección aislados, contador de impactos, arqueta de registro y puentes de comprobación.

En lo que respecta el mantenimiento de la instalación, cada cuatro años se comprobará el estado de corrosión, limpiando las cabezas de captación y verificando la sujeción del mástil. Se realizará una medida de la resistencia de puesta a tierra de la instalación.

En caso que se produzca una descarga eléctrica, se comprobará la continuidad eléctrica de la red conductora y se hará una medida de la resistencia.

Como complemento a la instalación del dispositivo contra descargas atmosféricas, se instalarán limitadores de sobretensiones transitorias de Clase I en los Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT, con protección de 3 polos y tensión residual inferior a 1,2 kV.



CALCULOS JUSTIFICATIVOS



17. Instalación en Alta Tensión

El Centro de Transformación CT-2 suministra energía al cuadro general de baja tensión CGBT-2, el cual incluye los Cuadros Generales de Distribución CGD-4 y CGD-6 que son objeto de este proyecto. Se analizará con mayor detalle los aspectos relativos al Centro de Transformación CT-2 aunque también se estudiarán el resto de Centros de Transformación.

El Centro de Transformación CT-2 está formado por 3 transformadores en paralelo, con las siguientes características:

Parámetro	Valor
Tensión Primaria	15 kV $\pm 5 \pm 7,5\%$
Tensión Secundaria	3 x 242/420 V
Potencia a Plena Carga disponible	3 x 1.600 = 4.800 kVA
Frecuencia de la corriente alterna senoidal	50 Hz
Tensión cortocircuito	6%
Pérdidas totales en el cobre	13.100 W

Tabla 40. Parámetros del CT-2 según [15].

17.1. Intensidad a plena carga

17.1.1. Intensidad a plena carga en alta tensión

La intensidad en el lado de alta tensión se obtiene con la expresión mostrada a continuación:

$$I_1 = N \times \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U}$$

donde:

- I_1 : intensidad primaria (A);
- N : número de transformadores;
- P_1 : potencia de un transformador (kVA);
- U : tensión compuesta primaria (kV).

Por tanto, en el Centro de Transformación CT-2 y CT-3 que cuentan con 3 transformadores en paralelo, tienen la siguiente intensidad a plena carga.

$$I_1 = N \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U} = 3 \frac{1.600}{\sqrt{3} \times 15,75} = 175,95 \text{ A}$$



El Centro de Transformación CT-1 tiene 5 transformadores de 1.600 kVA, por lo que su intensidad de plena carga es:

$$I_1 = N \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U} = 5 \frac{1.600}{\sqrt{3} \times 15,75} = 293,26 \text{ A}$$

La aparataje de corte que se encuentra en el Centro de Llegada-Seccionamiento-Medida y Reparto tiene la capacidad de corte en carga de todo el Complejo Hospitalario. Por tanto, su capacidad de corte en carga deberá poder interrumpir la corriente de los 11 transformadores que forman todo el centro de transformación. Su capacidad de corte será de al menos:

$$I_1 = N \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U} = 11 \frac{1.600}{\sqrt{3} \times 15,75} = 645,17 \text{ A}$$

17.1.2. Intensidad a plena carga en baja tensión

La intensidad en el lado de baja tensión de uno de los transformadores es la siguiente:

$$I_2 = N \frac{P_2}{\sqrt{3} \times U} = \frac{1.600}{\sqrt{3} \times 0,42} = 2.199,43 \text{ A}$$

donde:

- I_2 : intensidad secundaria (A);
- N : número de transformadores;
- P_2 : potencia de un transformador (kVA);
- U : tensión compuesta secundaria (kV).

La intensidad en el secundario del Centro de Transformación CT-2 y CT-3 que tienen 3 transformadores cada uno es la siguiente.

$$I_2 = N \frac{P_2}{\sqrt{3} \times U} = 3 \frac{1.600}{\sqrt{3} \times 0,42} = 6.598,29 \text{ A}$$

La intensidad a plena carga en el lado de baja tensión del Centro de Transformación CT-1 será.

$$I_2 = N \frac{P_2}{\sqrt{3} \times U} = 5 \frac{1.600}{\sqrt{3} \times 0,42} = 10.997,15 \text{ A}$$

Debido a estos elevados valores, los embarrados de los CGBT no serán dimensionados para poder soportar toda la intensidad, si no exclusivamente la que dependa de cada línea.



17.2. Intensidad de Cortocircuito

17.2.1. Intensidad de Cortocircuito en Alta Tensión

La corriente de cortocircuito en alta tensión se calcula con la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 15} = 19,24 \text{ kA}$$

donde:

- I_{cc} : intensidad de cortocircuito en alta tensión (kA);
- P_{cc} : potencia de cortocircuito de la red (MVA);
- U : tensión compuesta primaria (kV).

Se puede comprobar que la aparamenta con capacidad de corte de 20 kA es adecuada para esta instalación.

17.2.2. Intensidad de Cortocircuito en Baja Tensión

La corriente de cortocircuito en baja tensión es la siguiente:

$$I_{cc} = \frac{100 \times P_{cc}}{\sqrt{3} \times V_{cc} \times U} = \frac{100 \times 1.600}{\sqrt{3} \times 6 \times 420} = 36,66 \text{ kA}$$

donde:

- I_{cc} : intensidad de cortocircuito en alta tensión (kA);
- P_{cc} : potencia de un transformador (kVA);
- U : tensión compuesta secundaria en vacío (V);
- V_{cc} : tensión de cortocircuito del transformador (%).

17.3. Embarrado de alta tensión

Las celdas prefabricadas tienen un embarrado formado por tramos de tubo recto de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil. La distancia entre las barras de cada fase en una misma celda es de 200 mm y de 375 mm para los apoyos.

El tubo de cobre tiene un diámetro exterior de 24 mm y un diámetro interior de 18 mm.

17.3.1. Intensidad máxima admisible

La sección real del tubo de cobre que se empleará en los cálculos eléctricos es la siguiente:



$$S = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4}(24^2 - 18^2) = 198 \text{ mm}^2$$

donde:

- **S**: sección efectiva del embarrado (mm^2);
- **D**: diámetro exterior (mm);
- **d**: diámetro interior (mm).

La densidad de corriente que circulará por la barra es:

$$i = \frac{I}{S} = \frac{645,17 \text{ A}}{198} = 3,25 \text{ A/mm}^2$$

donde:

- **i**: densidad de corriente (A/mm^2);
- **I**: corriente a plena carga (A);
- **S**: sección del embarrado (mm^2).

La densidad de transporte del embarrado tiene que ser superior a $3,25 \text{ A/mm}^2$. Un tubo de 6 mm^2 de espesor y diámetro exterior de 24 mm tiene una densidad de corriente máxima de $3,27 \text{ A/mm}^2$, por lo que este tipo de embarrado es adecuado.

17.3.2. Frecuencia propia de oscilación

La frecuencia de oscilación del embarrado influye en los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito, ya que estos esfuerzos son pulsantes a una frecuencia doble que la corriente que lo origina. La distancia entre los apoyos de las barras viene dada por un cociente entre la frecuencia propia y la de la red que debe ser distinto de 1, 2 y 3.

La frecuencia propia viene dada por la expresión siguiente.

$$f = 50 \times 10^4 \frac{b}{L^2} = 50 \times 10^4 \frac{2,4}{37,5^2} = 853,33 \text{ Hz}$$

donde:

- **f**: frecuencia de oscilación propia (Hz);
- **b**: longitud de vibración libre en el sentido del esfuerzo o diámetro (cm);
- **L**: longitud de vibración libre en sentido perpendicular al esfuerzo o distancia entre apoyos (cm).

El cociente entre la frecuencia propia y la frecuencia de red (50 Hz) es:

$$\frac{f}{50} = \frac{853,33}{50} = 17,06$$

Este valor se encuentra alejado de los valores peligrosos 1, 2 y 3 por lo que es adecuado.



17.3.3. Solicitación electrodinámica

El esfuerzo electrodinámico máximo se produce en un cortocircuito entra fases desequilibrado sin amortiguamiento. La siguiente expresión nos indica la fuerza que se produce durante el cortocircuito para un factor de potencia de la instalación de f.d.p.= 1.

$$F = 6 \times 2,04 \times 10^{-2} \times f \times I_{cc}^2 \times \frac{L}{a} = 6 \times 2,04 \times 10^{-2} \times 1 \times 19,24^2 \times \frac{37,5}{20}$$

$$F = 84,96 \text{ kg}$$

donde:

- **F**: fuerza resultante (kg);
- **f**: cociente en función del factor de potencia (f = 1 = f.d.p.);
- **I_{cc}**: intensidad de cortocircuito trifásico (kA);
- **L**: longitud entre apoyos del embarrado (cm);
- **a**: distancia entre fases en las celdas (cm).

La carga uniforme tiene un valor:

$$q = \frac{F}{L} = \frac{84,96}{37,5} = 2,27 \text{ kg/cm}$$

donde:

- **q**: carga (kg/cm);
- **F**: fuerza resultante (kg);
- **L**: longitud entre apoyos del embarrado (cm).

El momento flector máximo entre ambos extremos teniendo es el siguiente.

$$M_{max} = \frac{q \times L^2}{12} = \frac{2,27 \times 37,5^2}{12} = 266,02 \text{ Kgcm}$$

donde:

- **M_{max}**: momento flector máximo (kgcm);
- **q**: carga (kg/cm);
- **L**: longitud entre apoyos del embarrado (cm).

El momento flector en los extremos del embarrado debe poder ser soportado por los apoyos y tornillos utilizados. Los tornillos M8 tienen un valor de momento flector de 280 Kgcm por lo que son adecuados para esta instalación.

El momento resistente del tubo de cobre se obtiene con la siguiente expresión.



$$W = \frac{\pi}{32} \times \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi}{32} \times \frac{2,4^4 - 1,8^4}{2,4} = 0,928 \text{ cm}^3$$

donde:

- **W**: momento resistente del tubo (cm^3);
- **D**: diámetro exterior del tubo (cm);
- **d**: diámetro interior del tubo (cm).

La fatiga máxima que soporta el tubo es por tanto:

$$r_{max} = \frac{M_{max}}{W} = \frac{266,02}{0,928} = 286,66 \text{ kg/cm}^2$$

donde:

- **r_{max}**: fatiga máxima (kg/cm^2);
- **M_{max}**: momento flector máximo (kgcm);
- **W**: momento resistente del tubo (cm^3).

El límite de fatiga para deformar la barra en frío es de 1.200 kg/cm^2 por lo que existe un coeficiente de seguridad de $1.200 / 286,66 = 4,19$.

17.4. Solicitación térmica

La sobreintensidad máxima admisible durante un cortocircuito en un conductor de cobre para un tiempo t es la siguiente.

$$I_{cc1} = 13 \times S \sqrt{\frac{\Delta t}{t}}$$

$$19.240 = 13 \times 198 \sqrt{\frac{150}{t}} \Rightarrow t = 2,68 \text{ s}$$

donde:

- **I_{cc1}**: intensidad de cortocircuito en alta tensión (A);
- **S**: sección real del conductor (mm^2);
- **t**: tiempo máximo capaz de soportar el conductor (s);
- **Δt**: incremento de temperatura en °C permitido en el conductor por efecto del cortocircuito en un calentamiento adiabático.



El tiempo de disparo frente a cortocircuitos en los relés es como máximo de 0,5s por lo que se comprueba que el embarrado es capaz de soportar un cortocircuito.

17.5. Ventilación de los transformadores

La ventilación de los nichos de los transformadores es un tipo de ventilación forzada que debe general un caudal de aire necesario capaz de mantener una diferencia de temperatura entra la entrada y la salida de 12°C. La siguiente expresión nos indica el caudal necesario:

$$C = 258,62 \times (W_c + W_f) \times n$$

donde:

- **C**: caudal de aire necesario (m³/h);
- **W_c**: pérdidas en el cobre (kW);
- **W_f**: Pérdidas en el hierro (kW);
- **n**: número de transformadores instalados.

Los transformadores Trihal del fabricante Schneider Electric tienen unas pérdidas en el cobre de 16 kW/h y en el núcleo magnético de 3,1 kW/h por cada transformador.

Por tanto, la ventilación necesaria en el Centro de Transformación CT-1 que tiene cinco transformadores en paralelo es:

$$C = 258,62 \times (16 + 3,1) \times 5 = 24.698,21 \text{ m}^3/\text{h}$$

La ventilación necesaria en el Centro de Transformación CT-2 que cuenta con tres transformadores en paralelo es:

$$C = 258,62 \times (16 + 3,1) \times 3 = 14.818,93 \text{ m}^3/\text{h}$$

La ventilación necesaria para el Centro de Transformación CT-3 que posee también tres transformadores en paralelo es:

$$C = 258,62 \times (16 + 3,1) \times 3 = 14.818,93 \text{ m}^3/\text{h}$$

17.6. Cálculo de puesta a tierra de protección de alta tensión

Para el cálculo de la puesta a tierra de la red de alta tensión se utilizará el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría” de UNESA [06] para el cálculo y proyecto de puestas a tierra de cada centro de transformación.



Se conectarán a esta red las masas y los elementos metálicos de la instalación de media tensión del Centro de Transformación que normalmente no se encuentren en tensión con tierra.

En esta red de protección se conectará también la malla equipotencial electrosoldada que se encuentra enterrada en el suelo del local del Centro de Transformación

17.6.1. Determinación del tipo de suelo

Primero es necesario conocer la resistividad del terreno. De acuerdo al reglamento ITC-BT-18 podemos conocer algunos valores orientativos en función de la naturaleza del terreno.

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ωm)
Terreno Pantanoso	< 30
Limo	20-100
Humus	10-150
Turba Húmeda	5-100
Arcilla Plástica	50
Margas y arcillas compactas	100-200
Margas del jurásico	30-40
Arena arcillosa	50-500
Arena silíceas	200-3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300-5.000
Suelo pedregoso desnudo	1.500-3.000
Calizas blandas	100-300
Calizas compactas	1.000-3.000
Calizas agrietadas	500-1.000
Pizarras	50-300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500-10.000
Granito y gres muy alterado	100-600

Tabla 41. Valores orientativos de resistividad en función del terreno según ITC-BT-18.

A falta de un estudio de campo de la resistividad del terreno en la zona del Complejo Hospitalario mediante el método Wenner o similar, es posible utilizar una de las tablas orientativas de la instrucción técnica ITC-BT-18. Se estima una localización sobre una zona de antiguas huertas, por lo que se asume que la tierra es cultivable y fértil con una resistividad de 50 Ωm de acuerdo a la tabla 4 del reglamento.

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ωm)
Terranos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000



Tabla 42. Resistividad aproximada según la función del terreno de acuerdo a ITC-BT-18.

17.6.2. Cálculo de parámetros de despeje de falta

En el cálculo de la puesta a tierra del Centro de Transformación, se admite un tiempo de despeje de falta máximo de 0,5s de acuerdo a los datos de la empresa distribuidora G.E.S.A. El tiempo de despeje de falta determina los valores del parámetro K y N según la siguiente tabla.

Tiempo (s)	Parámetro K	Parámetro N
$0,1 \leq t \leq 0,9$	72	1
$0,9 < t \leq 3$	78,5	0,18

Tabla 43. Parámetros de cálculo de tensiones según MIE-RAT 13.

Estos parámetros influyen en las tensiones que se alcanzan en el electrodo y se utilizarán más adelante.

17.6.3. Elección del electrodo normalizado

Se asumirá una impedancia máxima de puesta a tierra de 5 Ω . Así se cumple la restricción establecida por el reglamento MIE-RAT-13 de impedancia de puesta a tierra máxima de 10 Ω . Para elegir una configuración de electrodo normalizada por UNESA es necesario conocer el parámetro de resistencia de puesta a tierra.

$$K_r \leq \frac{R_T}{\rho} = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ m}^{-1}$$

donde:

- K_r : parámetro de resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega\text{m}$);
- ρ : resistividad del terreno (Ωm);
- R_T : resistencia de puesta a tierra (Ω).

Se ha elegido una configuración de electrodo normalizado de acuerdo al método de cálculo de PAT de UNESA de tipo 5/62, una configuración que cumple la restricción impuesta por la constante de resistencia

El electrodo 5/62 se corresponde con una distribución de 6 picas de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud en hilera unidas por un cable desnudo horizontal de sección 50 mm².

La separación entre las picas es de 3 m por lo que la distancia total de la puesta a tierra es de 18 m.

La profundidad a la que se entierra el conductor es de 50 cm desde el suelo definitivo del local.



La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

Las características del electrodo se muestran en la siguiente tabla.

Configuración	$L_p(\text{m})$	$K_r(\Omega/\Omega\text{m})$	$K_p(\text{V}/(\text{A}\Omega\text{m}))$
Picas en hilera	6	0,073	0,0120

Tabla 44. Parámetros del electrodo 5/62 según UNESA [06].

Es posible la utilización de otras configuraciones si los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida son inferiores o iguales a los indicados en la tabla anterior.

17.6.4. Cálculo de resistencia de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra del electrodo es la siguiente.

$$R_T = \rho \times K_r = 50 \Omega\text{m} \times 0,073\text{m}^{-1} = 3,65 \Omega$$

donde:

- ρ : resistividad del terreno (Ωm);
- R_T : resistencia de puesta a tierra (Ω);
- K_r : parámetro de resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega\text{m}$).

17.6.5. Cálculo de corriente y tensión de defecto

El neutro de las masas se conecta rígidamente a tierra por lo que la corriente de defectos que se presente en el sistema de puesta a tierra será máxima. La única limitación de la corriente es la resistencia de la toma de tierra que se produce principalmente a través de la resistencia a tierra del electrodo.

$$I_D = \frac{U_L}{\sqrt{3}Z_T} = \frac{15.000}{\sqrt{3} \times 3,65} = 2.372,67 \text{ A}$$

donde:

- I_D : intensidad de defecto (A);
- U_L : tensión de línea (V);
- Z_T : impedancia de puesta a tierra (Ω).

$$U_D = I_D \times Z_T = 2.372,67 \times 3,65 = 8.660,25 \text{ V}$$

donde:

- U_D : tensión de defecto (V);
- I_D : intensidad de defecto (A);
- Z_T : impedancia de puesta a tierra (Ω).



17.6.6. Cálculo de tensiones de paso

La tensión de paso del Centro de Transformación.

$$U_{paso} = K_p \times \rho \times I_D = 0,012 \times 50 \times 2.372,67 = 1.423,60 \text{ V}$$

donde:

- U_{paso} : tensión de paso (V);
- K_p : parámetro tensión de paso máxima (V/(A Ω m));
- ρ : resistividad del terreno (Ω m);
- I_D : intensidad de defecto (A).

La tensión de paso máxima admisible.

$$U_{paso adm} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho}{1000} \right) = \frac{10 \times 72}{0,5} \left(1 + \frac{6 \times 50}{1000} \right) = 1.872 \text{ V}$$

donde:

- $U_{paso adm}$: tensión de paso máxima admisible (V);
- K : parámetro k de protección;
- t : tiempo de despeje de falta(s);
- n : parámetro n de protección;
- ρ : resistividad del terreno (Ω m).

Se puede comprobar el dimensionamiento correcto del electrodo al verificar que las tensiones de paso que se producen son inferiores o iguales a las máximas que se pueden llegar a producir, por lo que no se producirán situaciones de riesgo sobre las personas.

$$U_{paso} \leq U_{paso adm}$$

$$1.423,60 \text{ V} \leq 1.872 \text{ V}$$

17.6.7. Cálculo de tensiones de contacto

La tensión de contacto que se produce en el Centro de Transformación se obtiene a partir de la siguiente expresión.

$$U_{contacto} = \frac{K}{t^n} = \frac{72}{0,5^1} = 144 \text{ V}$$

donde:

- $U_{contacto}$: tensión de contacto (V);
- K : parámetro k de protección;



- ***t***: tiempo de despeje de falta (s);
- ***n***: parámetro n de protección.

La tensión de contacto máxima admisible se calcula a continuación.

$$U_{contacto\ adm} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5\rho}{1000} \right) = \frac{10 \times 72}{0,5} \left(1 + \frac{1,5 \times 50}{1000} \right) = 1.548\ V$$

donde:

- ***U_{contacto adm}***: tensión de contacto máxima admisible (V);
- ***K***: parámetro k de protección;
- ***t***: tiempo de despeje de falta(s);
- ***n***: parámetro n de protección;
- ***ρ***: resistividad del terreno (Ωm).

Se verifica la condición de que la tensión de contacto de la instalación sea inferior o igual a la tensión de contacto máxima admisible, por lo que es adecuado.

$$U_{contacto} \leq U_{contacto\ adm}$$

$$144\ V \leq 1.548\ V$$

17.6.8. Cálculo de tensiones de paso de acceso

La tensión de paso de acceso es la tensión de paso que se produce a la entrada del centro de transformación. La tensión de paso de acceso máxima admisible teniendo en cuenta que el suelo es de hormigón es la siguiente.

La tensión de paso máxima admisible.

$$U_{paso_{acc}\ adm} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right) = \frac{10 \times 72}{0,5} \left(1 + \frac{3 \times 50 + 3 \times 3.000}{1000} \right)$$

$$U_{paso_{acc}\ adm} = 14.616\ V$$

donde:

- ***U_{paso_acc adm}***: tensión de paso de acceso máxima admisible (V);
- ***K***: parámetro k de protección;
- ***t***: tiempo de despeje de falta(s);
- ***n***: parámetro n de protección;
- ***ρ***: resistividad del terreno (Ωm).

La tensión de paso de acceso que se presenta en el interior del Centro de Transformación viene determinada por la existencia de la malla equipotencial del suelo.



Por lo tanto, se considera la tensión de paso de acceso igual que la tensión de defecto de la instalación, dado que ésta es mayor que la tensión de contacto.

$$U_{paso_{acc}} = 8.660,25 \text{ V}$$

Se verifica por tanto la condición que la tensión de paso de acceso que se pueda producir en la instalación sea inferior o igual a la máxima admisible.

$$U_{paso_{acc}} \leq U_{paso_{acc} \text{ adm}}$$

$$8.660,25 \text{ V} \leq 14.616 \text{ V}$$

17.6.9. Aislamiento de baja tensión

El nivel de aislamiento de las instalaciones de baja tensión del centro de transformación deberá ser mayor a la tensión máxima de defecto. Por lo tanto tiene que cumplir la siguiente condición.

$$U_d = 8.660,25 \text{ V} \leq U_{BT}$$

Para impedir la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros del local tendrán una resistencia de 100 kΩ como mínimo medido un mes después de su construcción.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior del local, dado que serán prácticamente nulas.

17.6.10. Cálculo de distancia de separación entre neutros

De acuerdo al reglamento ITC-BT-18 se verificará que las masas puestas a tierra de baja tensión en una instalación, no están unidas a la toma de tierra del Centro de Transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el Centro de Transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

La condición para la separación de las tierras es que la tensión de defecto sea superior a 1.000V. Como esta condición se cumple, la distancia de separación será de al menos:

$$D = \frac{\rho \times I_D}{2\pi \times 1000} = \frac{50 \times 2.372}{2\pi \times 1000} = 18,87 \text{ m}$$

donde:

- **D**: distancia de separación (m);



- ρ : resistividad del terreno (Ωm);
- I_D : intensidad de defecto (A).

La instrucción ITC-BT-18 indica que para terrenos con una resistividad inferior a 500 Ωm se establezca una distancia mínima de al menos 15m de separación entre puestas a tierra. Como la distancia calculada es superior a 15m se establecerá una separación de 18,87m.

17.7. Cálculo de puesta a tierra de servicio

En esta red de puesta a tierra se conectarán los neutros de los transformadores así como los neutros de los transformadores de medida. Se emplearán los datos de resistividad del terreno, parámetros de despeje de falta y corriente y tensión de falta calculados en el apartado anterior.

17.7.1. Elección del electrodo normalizado

La impedancia máxima de puesta a tierra del neutro de los transformadores es de 2 Ω . Para elegir una configuración de electrodo normalizada por UNESA es necesario conocer el parámetro de resistencia de puesta a tierra.

$$K_r \leq \frac{R_T}{\rho} = \frac{2}{50} = 0,04 \text{ m}^{-1}$$

donde:

- K_r : parámetro de resistencia de puesta a tierra($\Omega/\Omega\text{m}$);
- ρ : resistividad del terreno (Ωm);
- R_T : resistencia de puesta a tierra (Ω).

Se ha elegido una configuración de electrodo normalizado de acuerdo al método de cálculo de PAT de UNESA de tipo 5/64, una configuración que cumple la restricción impuesta por la constante de resistencia

El electrodo 5/64 se corresponde con una distribución de 6 picas de 14 mm de diámetro y 4 m de longitud en hilera unidas por un cable desnudo horizontal de sección 50 mm².

La separación entre las picas es de 6 m por lo que la distancia total de la puesta a tierra es de 36 m.

La profundidad a la que se entierra el conductor es de 50cm desde el suelo definitivo del local.

La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.



Las características del electrodo se muestran en la siguiente tabla.

Configuración	$L_p(\text{m})$	$K_r (\Omega/\Omega\text{m})$	$K_p (\text{V}/\Omega\text{mA})$
Picas en hilera	6	0,0399	0,00588

Tabla 45. Parámetros del electrodo 5/62 según UNESA [06].

Es posible la utilización de otras configuraciones si los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida son inferiores o iguales a los indicados en la tabla anterior.

17.7.2. Cálculo de resistencia de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra del electrodo es la siguiente.

$$R_T = \rho \times K_r = 50 \Omega\text{m} \times 0,0399\text{m}^{-1} = 1,995 \Omega$$

donde:

- ρ : resistividad del terreno (Ωm);
- R_T : resistencia de puesta a tierra (Ω);
- K_r : parámetro de resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega\text{m}$).

El REBT establece que la protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto U_c superior a 50V en las masas de los equipos y las partes metálicas de la instalación, expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24V. Dado que el Centro de Transformación cuenta con una malla electrosoldada en el suelo y numerosas partes metálicas se considerará una tensión de 24V.

Como protección contra contactos indirectos existe un interruptor diferencial de sensibilidad 650mA. La resistencia de puesta a tierra máxima que no produce una tensión superior a 24 Voltios es 37Ω de acuerdo a la ley de Ohm.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{24\text{V}}{0,65\text{A}} = 36,92\Omega$$

La resistencia de puesta a tierra de los transformadores es de $1,995\Omega$, un valor mucho menor que 37Ω por lo que se asegura el funcionamiento correcto de la protección diferencial residual.

17.7.3. Cálculo de separación entre neutros

De acuerdo al reglamento ITC-BT-18 se verificará que las masas puestas a tierra de baja tensión en una instalación, no están unidas a la toma de tierra de neutro de los transformadores, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el transformador, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.



La condición para la separación de las tierras es que la tensión de defecto sea superior a 1.000V. Como esta condición se cumple, la distancia de separación será de al menos:

$$D = \frac{\rho \times I_D}{2\pi \times 1000} = \frac{50 \times 2.372}{2\pi \times 1000} = 18,87 \text{ m}$$

donde:

- D : distancia de separación (m);
- ρ : resistividad del terreno (Ωm);
- I_D : intensidad de defecto (A).

La instrucción ITC-BT-18 indica que para terrenos con una resistividad inferior a 500 Ωm se establezca una distancia mínima de al menos 15m de separación entre puestas a tierra. Como la distancia calculada es superior a 15m se establecerá una separación de 18,87m.

17.8. Enlace de puestas a tierra

Dado que es difícil en la práctica aislar completamente la red puesta a tierra de protección de alta tensión, principalmente la malla electrosoldada, de la red de puesta a tierra de protección de baja tensión que incluye la estructura del edificio es recomendable dimensionarlas de forma que sea posible la conexión entre ambas.

Por un lado, la red de puesta a tierra de protección de baja tensión tendrá una impedancia de puesta a tierra total menor de 2Ω según ITC-BT-26 apartado. Adicionalmente el esquema de neutro TN-S adoptado impone también la necesidad de una impedancia a tierra menor de 2Ω .

Por otro lado, la puesta a tierra de protección de alta tensión de los centros de transformación tiene una impedancia total de $3,65\Omega$.

La unión de la puesta a tierra de la red de baja tensión y alta tensión deja una resistencia de puesta a tierra menor a 2Ω .

Para que la tensión de puesta a tierra global de las dos redes sea admisible se debe cumplir que la tensión de defecto sea inferior a 1000 V. La impedancia global por tanto debe ser menor de $0,41\Omega$ como se demuestra a continuación.

$$U_D = I_D \times Z_T = 2.372,67 \times Z_T = 1.000 \text{ V}$$

$$Z_T = 0,41\Omega$$

donde:

- U_D : tensión de defecto (V);



- I_D : intensidad de defecto (A);
- Z_T : impedancia de puesta a tierra (Ω).

Con el objetivo de conseguir una impedancia de ese valor se une la red de puesta a tierra de la iluminación exterior con las redes de puesta a tierra de baja tensión y alta tensión. Esta red de puesta a tierra de la iluminación exterior actúa como un electrodo de numerosas picas en hilera unidas por un cable de cobre desnudo, reduciendo significativamente el valor global de la puesta a tierra.

La instrucción NTE-IEP /1973 del MOPU indica que separando las picas una distancia 2 veces la longitud de pica enterrada y uniéndolas con un cable de cobre desnudo y enterrado se obtienen valores de resistencia global de acuerdo a la siguiente expresión.

$$R_{Tot} = \frac{R}{N}$$

donde

- R_{Tot} : resistencia total (Ω);
- R : resistencia de puesta a tierra de una pica (Ω);
- N : número de picas.

Se puede comprobar que para un número elevado de picas en hilera unidas con cable de cobre desnudo, la resistencia de puesta a tierra es prácticamente nula, por lo que conectando la red de puesta a tierra de la iluminación exterior conseguiríamos un valor de resistencia inferior a 0,41 Ω .



18. Protección contra el rayo

El Código Técnico de Edificación en su Documento Básico de Seguridad de Utilización en su apartado 8 o de forma abreviada CTE-DB-SU-8 establece el siguiente procedimiento de verificación de la necesidad de instalación de un sistema de protección contra el rayo.

Será necesario un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos en el edificio sea superior al riesgo máximo admisible de impacto.

18.1. Cálculo de la frecuencia esperada de impactos

La frecuencia esperada de impactos viene determinada por la siguiente expresión.

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 2 \times 171.462 \times 1 \times 10^{-6} = 0,3429 \text{ imp./año}$$

donde:

- N_e : frecuencia esperada de impactos (nº impactos/año);
- N_g : densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año·km²);
- A_e : superficie de captura equivalente al edificio aislado (m²);
- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno.

La superficie de captura equivalente está definida por el perímetro del edificio más una distancia de 3 veces la altura del Complejo Hospitalario.

El coeficiente C_1 se halla a partir de la siguiente tabla.

Situación del edificio	Valor
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura	0,50
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina	2

Tabla 46. Coeficiente C_1 según CTE-DB-SU-8 [04].

18.2. Cálculo del riesgo máximo admisible

El riesgo máximo admisible en el edificio viene dado por la siguiente expresión.

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5} \times 10^{-3} = \frac{5,5}{1 \times 1 \times 3 \times 5} \times 10^{-3} = 0,000366 \text{ imp./año}$$



donde:

- N_a : riesgo máximo admisible (nº impactos/año);
- C_2 : coeficiente en función del tipo de construcción;
- C_3 : coeficiente en función del contenido del edificio;
- C_4 : coeficiente en función del uso del edificio;
- C_5 : coeficiente en función de la necesidad de continuidad de las actividades que se desarrollan en el edificio.

El coeficiente C_2 se obtiene a partir de la siguiente tabla.

Estructura	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Metálica	0,5	1	2
Hormigón	1	1	2,5
Madera	2	2,5	3

Tabla 47. Valores del coeficiente C_2 según CTE-DB-SU-8 [04].

El coeficiente C_3 se determina con la siguiente tabla.

Tipo de contenido	Valor
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 48. Valores del coeficiente C_3 según CTE-DB-SU-8 [04].

El coeficiente C_4 se halla mediante la siguiente tabla.

Tipo de uso	Valor
Edificio no ocupado normalmente	0,5
Publica concurrencia (sanitario)	3
Resto de edificios	1

Tabla 49. Valores del coeficiente C_4 según CTE-DB-SU-8 [04].

Los valores del coeficiente C_5 se representan en la siguiente tabla.

Tipo de contenido	Valor
Edificio cuya deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales)	5
Otros contenidos	1

Tabla 50. Valores del coeficiente C_5 según CTE-DB-SU-8 [04].



18.3. Tipo de instalación exigido

A partir de los cálculos previos se puede comprobar la necesidad de instalación de un dispositivo de protección contra el rayo, puesto que la frecuencia esperada de impactos en el edificio es superior al riesgo máximo admisible de impacto.

$$N_e > N_a$$

$$0,3429 > 0,000366$$

La eficiencia de drenaje de la intensidad del rayo de la instalación del sistema contra descargas atmosféricas esta recogida en la norma CTE-DB-SU-8. Se obtiene a partir de la siguiente expresión.

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 1 - \frac{0,000366}{0,3429} = 0,9989$$

donde:

- E : nivel eficiencia de las protecciones contra el rayo;
- N_a : riesgo máximo admisible (nº impactos/año);
- N_e : frecuencia esperada de impactos (nº impactos/año);

El nivel de protección que requiere la instalación por tanto es el máximo exigible según la normativa.

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E > 0,98$	1
$0,95 < E \leq 0,98$	2
$0,80 < E \leq 0,95$	3
$0 \leq E \leq 0,80$	4

Tabla 51. Nivel de protección según CTE-DB-SU-8 [04].



19. Instalación en Baja Tensión

19.1. Criterios para el Cálculo de Líneas

La determinación reglamentaria de la sección de un cable viene determinada por la mínima sección normalizada que satisface los simultáneamente las siguientes condiciones.

19.1.1. Criterio de la caída de tensión

Este criterio se basa en limitar la caída de tensión entre el origen y el final de cable debida a la pérdida de potencia que se disipa del cable en forma de calor. La caída de tensión debe ser inferior al límite máximo marcado por el Reglamento para cada parte de la instalación. Las caídas de tensión máximas admisibles según el REBT en la norma ITC-BT-19 para instalaciones que sean alimentadas desde alta tensión y que posean un centro de transformación propio, estarán limitadas a un máximo de un 4% para el alumbrado y el 6.5% para el resto de usos, midiendo entre las bornas de baja tensión y el punto final del cable.

La caída de tensión correspondiente a una línea viene determinada por las siguientes expresiones:

1. Instalación monofásica:

$$\Delta U_I = \frac{2PL}{\gamma SU}$$

2. Instalación trifásica:

$$\Delta U_{III} = \frac{PL}{\gamma SU}$$

donde:

- ΔU : caída de tensión en la línea (V);
- γ : conductividad (m/ Ω mm²);
- L : longitud de la línea (m);
- P : potencia transmitida por la línea (W);
- U : tensión nominal (V);
- S : sección del cable (mm²).

Para el cálculo se considerará el caso más desfavorable, que en este caso viene determinada por la relación entre la conductividad y la temperatura, y es el caso de funcionamiento a la temperatura máxima del conductor (90°C para los cables XLPE).

Se muestra una tabla de la conductividad del cobre y el aluminio a diferentes temperaturas.



Material	20°C	70°C	90°C
Aluminio	35	30	28
Cobre	56	48	44

Tabla 52. Conductividad del cobre y el aluminio a diferentes temperaturas según ITC-BT-19.

19.1.2. Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.

El conductor del cable funcionado a plena carga y en régimen permanente no superará la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para su aislamiento. Esta temperatura se corresponde con 90°C para los cables con aislamiento de polietileno reticulado XLPE y 70°C para los conductores con aislamiento de Policloruro de Vinilo (PVC) según la tabla 2 del reglamento ITC-BT-07.

El criterio basado en la intensidad máxima admisible, se regirá por la norma UNE 20.460-5-523. En el cual está basado el reglamento ITC-BT-19, que constituye un método rápido de aproximación a los valores reglamentarios. Según la norma UNE 20.460-5-523 apartado 2.2.3 se pueden elegir entre los valores de dicha norma o los de la norma ITC-BT-19 porque no confluyen en resultados con diferencias relevantes. Sin embargo, en adelante se utilizará la norma UNE para una mayor exactitud de los resultados.

Los cables con aislamiento del tipo XLPE se han instalado sobre bandejas metálicas ventiladas (referencia 31 de la norma) manteniendo una separación entre sí igual al diámetro del cable, lo que se corresponde con un montaje de tipo E para cables tetrapolares o tipo F para unipolares en ternas. Por tanto el factor de agrupamiento para los cables tetrapolares es el mínimo de 0,85 para 6 o más cables para dos bandejas separadas más de 225mm y un factor de 0,86 para los unipolares en haces de 3 y 3 bandejas.

Los conductores se encuentran instalados en un ambiente con una temperatura no superior a 35°C, lo que se corresponde con un factor de corrección de 0,96.

Las intensidades máximas admisibles para los cables y los factores de reducción antes descritos son las siguientes.



	Cable Tetrapolar			Cable Unipolar en Terna		
Sección (mm ²)	$I_{reglamento}$ (A)	Coficiente	$I_{max adm}$ (A)	$I_{reglamento}$ (A)	Coficiente	$I_{max adm}$ (A)
6	54	$0,85 \times 0,96$	44,06	58	$0,86 \times 0,96$	47,08
10	75	$0,85 \times 0,96$	61,20	80	$0,86 \times 0,96$	66,05
16	100	$0,85 \times 0,96$	81,60	107	$0,86 \times 0,96$	88,34
25	127	$0,85 \times 0,96$	103,63	135	$0,86 \times 0,96$	111,42
35	158	$0,85 \times 0,96$	128,93	169	$0,86 \times 0,96$	139,53
50	192	$0,85 \times 0,96$	156,67	207	$0,86 \times 0,96$	170,83
70	246	$0,85 \times 0,96$	200,73	268	$0,86 \times 0,96$	221,26
95	298	$0,85 \times 0,96$	243,17	328	$0,86 \times 0,96$	270,80
120	346	$0,85 \times 0,96$	282,34	382	$0,86 \times 0,96$	315,38
150	395	$0,85 \times 0,96$	322,32	441	$0,86 \times 0,96$	364,10
185	450	$0,85 \times 0,96$	367,20	506	$0,86 \times 0,96$	417,75
240	538	$0,85 \times 0,96$	439,01	599	$0,86 \times 0,96$	494,53
300	621	$0,85 \times 0,96$	506,74	703	$0,86 \times 0,96$	580,40

Tabla 53. Intensidad máxima para cables según UNE 20.460-5-523.

Para el cálculo de la intensidad de la línea se utilizan las siguientes expresiones.

1. Instalación monofásica:

$$I_N = \frac{P}{U \cos \varphi}$$

2. Instalación trifásica:

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$$

donde:

- I_N : intensidad absorbida por la instalación (A);
- P : potencia (W);
- U : tensión nominal (V);
- $\cos \varphi$: factor de potencia de la instalación.

19.1.3. Criterio de la intensidad de cortocircuito

El criterio se basa en la temperatura que puede alcanzar el conductor, como resultado de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, menos de 5s. La sección debe ser la suficiente como para no sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración del material aislante. Esta temperatura es de 160°C para cables con aislamientos termoplásticos (PVC) y de 250°C para cables con aislamientos termoestables (XLPE). Este criterio es importante en el diseño de instalaciones de alta y media tensión, pero no tiene tanta relevancia para las instalaciones de baja tensión ya que las protecciones de sobreintensidad actúan muy rápidamente limitando la duración



del cortocircuito y además las impedancias de los cables también limitan la intensidad de cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sum Z}$$

donde:

- I_{cc} : intensidad de cortocircuito (A);
- U : tensión nominal (V);
- Z : impedancia de fase del conductor resultante (Ω).

El tiempo que tarda el conductor en alcanzar la temperatura máxima durante un cortocircuito viene dado por la siguiente expresión.

$$t = \frac{k \times S^2}{I_{cc2}^2}$$

donde:

- t : tiempo máximo de corto de la línea (s);
- $k \times S^2$: máxima solicitud térmica admisible para el conductor, siendo k la constante según el material

Material	Constante
Aluminio	8.927
Cobre	20.473

Tabla 54. Valores de la constante k del material según UNE 20.460-4-43.

- I_{cc2} : intensidad de cortocircuito en el secundario (A).



20. Cálculo de líneas

Las siguientes expresiones son utilizadas para el obtener las hojas de cálculo de cada una de las líneas.

20.1. Línea de Alta Tensión

Las expresiones usadas los valores de resistencia, reactancia e impedancia en el lado de alta tensión son las siguientes.

$$R_{f2} = \frac{U_2^2}{1000 \times P_{CC1}} \cos\varphi$$

donde:

- **R_{f2}** : Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **P_{cc1}** : Potencia de cortocircuito en la acometida de A.T. (MVA);
- **U_2** : Tensión compuesta del secundario (B.T.) de transformadores en vacío (V);
- **$\cos\varphi = 0,15$**

$$X_{f2} = \frac{U_2^2}{1000 \times P_{CC1}} \sen\varphi$$

donde:

- **X_{f2}** : Reactancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **P_{cc1}** : Potencia de cortocircuito en la acometida de A.T. (MVA);
- **U_2** : Tensión compuesta del secundario (B.T.) de transformadores en vacío (V);
- **$\sen\varphi = 0,99$**

$$Z_{f2} = \frac{U_2^2}{1000 \times P_{CC1}}$$

donde:

- **Z_{f2}** : Impedancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **P_{cc1}** : Potencia de cortocircuito en la acometida de A.T. (MVA);
- **U_2** : Tensión compuesta del secundario (B.T.) de transformadores en vacío (V).



20.2. Transformador de Potencia

Para obtener la resistencia óhmica de fase se utiliza la siguiente expresión.

$$R_{f2} = \frac{W_c \times U_2^2}{1000 \times P_t^2}$$

donde:

- **R_{f2}**: Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **P_t** = Potencia nominal del transformador (kVA);
- **U₂**: Tensión compuesta del secundario (B.T.) de transformadores en vacío (V);
- **W_c**: Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito (W).

La impedancia de fase de los conductores del transformador son los siguientes.

$$Z_{f2} = \frac{V_{cc} \times U_2^2}{100 \times P_t}$$

donde:

- **Z_{f2}**: Impedancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **P_t** = Potencia nominal del transformador (kVA);
- **U₂**: Tensión compuesta del secundario (B.T.) de transformadores en vacío (V);
- **V_{cc}**: Tensión de cortocircuito del transformador (%).

La reactancia de fase se obtiene de la siguiente manera.

$$X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2}$$

donde:

- **Z_{f2}**: Impedancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **R_{f2}**: Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **X_{f2}**: Reactancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ).

20.3. Línea de Baja Tensión

Las expresiones usadas para las líneas de baja tensión son las siguientes.

$$I_{c2} = I_2 \times Coef_simultaneidad$$



donde:

- **I_{c2}**: Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad (A);
- **I₂**: Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada (A).

$$R_{f2} = r_e \times \frac{L}{N}$$

donde:

- **R_{f2}**: Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **r_e**: Resistencia específica del conductor a la temperatura de 70° C (Ω/km);
- **L**: Longitud del circuito (m);
- **N**: Número de conductores por fase que constituyen el circuito.

$$X_{f2} = x_e \times \frac{L}{N}$$

donde:

- **X_{f2}**: Reactancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **x_e**: Reactancia específica del conductor (Ω/km) con unos valores de:

Cable	X _e
Tetrapolar	0,08
Unipolares con neutro en el centro	0,10
Unipolares peor agrupados	0,15

Tabla 55. Reactancia específica del conductor según UNE 20.460.

- **L**: Longitud del circuito (m);
- **N**: Número de conductores por fase que constituyen el circuito.

$$Z_{f2} = \sqrt{R_{f2}^2 + X_{f2}^2}$$

donde:

- **Z_{f2}**: Impedancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **R_{f2}**: Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante (mΩ);
- **X_{f2}**: Reactancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ).



20.4. Caída de tensión a plena carga

Las expresiones usadas en el cálculo de la caída de tensión son las siguientes.

$$\sum e_{R2} = \frac{\sum I_{C2} R_{f2}}{1000}$$

donde:

- **e_{R2}** : Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga (V);
- **I_{C2}** : Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad (A);
- **R_{f2}** : Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante (mΩ).

$$\sum e_{X2} = \frac{\sum I_{C2} X_{f2}}{1000}$$

donde:

- **e_{X2}** : Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga (V);
- **I_{C2}** : Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad (A);
- **X_{f2}** : Reactancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ).

$$\sum e_{Z2} = \sqrt{\sum e_{R2}^2 + \sum e_{X2}^2}$$

donde:

- **e_{Z2}** : Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga (V);
- **e_{R2}** : Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga (V);
- **e_{X2}** : Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga (V).

$$V_c = V_2 - \left(\sum e_{R2} \cos\varphi + \sum e_{X2} \sin\varphi \right)$$

donde:

- **V_c** : Tensión simple de fase en bornas de la carga (V);



- V_2 : Tensión simple de fase en secundario (B.T.) de transformadores en vacío (V);
- e_{R2} : Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga (V);
- e_{X2} : Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga (V).

$$V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$$

donde:

- V_2 : Tensión simple de fase en secundario (B.T.) de transformadores en vacío (V);
- U_2 : Tensión de línea (V).

$$e_2\% = 100 \left(1 - \frac{V_c}{V_{c0}} \right)$$

donde:

- $e_2\%$: Caída de tensión por fase (%);
- V_c : Tensión simple de fase en bornas de la carga (V);
- V_{c0} : Tensión simple de fase en las bornas de B.T. de transformadores a plena carga y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión (V).

20.5. Cortocircuito y tiempo máximo de actuación de la protección

Las expresiones usadas son las siguientes.

$$I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times \sum Z_{f2}}$$

donde:

- I_{cc2} : Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz) (kA);
- U_2 : Tensión de línea (V);
- Z_{f2} : Impedancia de fase del elemento conductor resultante (mΩ).

$$t = \frac{20473 \times S^2}{I_{cc2}^2 \times 10^6}$$



donde:

- **t**: tiempo máximo de corto de la línea (s).
- **S**: Sección del conductor utilizado para el circuito (mm^2);
- **I_{cc2}** : Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz) (kA).

20.6. Cálculo de líneas del Centro de Transformación CT-2

Los datos de cálculo para el centro de transformación son los siguientes.

VALORES	Nº de Línea	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	We (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm²)	Re (Ω/km) a 60°C	Xe (Ω/km)	Máxima solicitud térmica admisible (A²seg)	L (m)	I Admis. (A)
Línea Alta Tensión	1	500	15				420							
Transformador 1600 kVA	2			1.600	6	16.000	420							
LÍNEA EN B.T. DE 1 TRAFOS.	3						420	5	300	0,0694	0,12	46.064.250.000	12	2902
3 TRAFOS EN PARALELO	4						420							

Tabla 56. Datos de cálculo de líneas del CT-2. Elaboración propia.

La hoja de cálculos es la siguiente.

VALORES	I2 Instal. (A)	Coef. Simul-taneidad	Cos φ Factor de Potencia	Ic2 P. Carga (A.)	Rf2 (mΩ)	Xf2 (mΩ)	Σ Rf2 (mΩ)	Σ Xf2 (mΩ)	Σ Zf2 A Origen (mΩ)	er2 (V)	ex2 (V)	Σer2 (V)	Σ ex2 (V)	Vc (V)	e2 %	Icc2 (kA)	t (s)
Línea Alta Tensión					0,0529	0,3493	0,0529	0,3493	0,3528								
Transformador 1600 kVA	2.199,40	1	0,95	2.199,40	1,1025	6,5225	1,1554	6,8717	6,9682	2,5413	15,1139	2,5413	15,1139	235,35			
LÍNEA EN B.T. DE 1 TRAFOS.	2.199,40	1	0,95	2.199,40	0,1667	0,288	1,3221	7,1597	7,2808							33,31	41,53
3 TRAFOS EN PARALELO	6.598,30	1	0,95	6.598,30			0,476	2,6194	2,6623	3,1406	17,2838	3,1406	17,2838	234,11	0	91,08	

Tabla 57. Hoja de cálculo de líneas del CT-2. Elaboración propia.



20.7. Cálculo de Líneas de Derivación de la General LDG

Los datos de cálculo para las líneas de derivación de la general son los siguientes

VALORES	Nº de Línea	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	Wc (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm ²)	Re (Ω /km) a 60°C	Xe (Ω /km)	Máxima solicitud térmica admisible (A ² seg)	L (m)	I Admis. (A)
LÍNEA AL CGD-4.A	5						420	2	150	0,1389	0,12	1.842.570.000	33	728
LÍNEA AL CGD-4.B	6						420	1	240	0,0868	0,12	1.179.244.800	33	495
LÍNEA AL CGD-4.(-2).RX	7						420	2	120	0,1736	0,12	1.179.244.800	53	631
LÍNEA AL CGD-1.A	8						420	1	120	0,1736	0,12	294.811.200	220	315
LÍNEA AL CGD-1.B	9						420	2	240	0,0868	0,12	4.716.979.200	220	989
LÍNEA AL CGD-ALUM.EXT.2	10						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	36	104
LÍNEA AL CGD-AA.4.(-1).1	11						420	2	150	0,1389	0,12	1.842.570.000	50	728
LÍNEA AL CGD-AA.4.(-1).2	12						420	2	240	0,0868	0,12	4.716.979.200	139	989
LÍNEA AL CGD-4.2.RX	13						420	1	240	0,0868	0,12	1.179.244.800	49	495
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.5E	14						420	1	95	0,2193	0,12	184.768.825	151	271
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.5	15						420	1	150	0,1389	0,12	460.642.500	151	364
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.6	16						420	1	185	0,1126	0,12	700.688.425	105	418
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.7	17						420	2	150	0,1389	0,12	1.842.570.000	84	728
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.8	18						420	1	185	0,1126	0,12	700.688.425	103	418
LÍNEA AL CGD-6.A	19						420	2	150	0,1389	0,12	1.842.570.000	63	728
LÍNEA AL CGD-6.B	20						420	2	150	0,1389	0,12	1.842.570.000	63	728
LÍNEA AL CGD-6.3.AS	21						420	1	150	0,1389	0,12	460.642.500	80	364

Tabla 58. Datos de cálculo de LDG. Elaboración propia.



La hoja de cálculos es la siguiente:

VALORES	I ₂ Instal. (A)	Coef. Simul- taneidad	Cos φ Factor de Potencia	I _{c2} P. Carga (A.)	Rf ₂ (mΩ)	Xf ₂ (mΩ)	Σ Rf ₂ (mΩ)	Σ Xf ₂ (mΩ)	Σ Zf ₂ A Origen (mΩ)	er ₂ (V)	ex ₂ (V)	Σer ₂ (V)	Σ ex ₂ (V)	V _c (V)	e ₂ %	I _{cc2} (kA)	t (s)
LÍNEA AL CGD-4.A	612,9	0,42	0,95	257,4	2,2917	1,98	2,7676	4,5994	5,3679	0,5899	0,5097	3,7306	17,7935	233,39	0,31	45,17	0,9
LÍNEA AL CGD-4.B	427	0,42	0,95	179,3	2,8646	3,96	3,3406	6,5794	7,3789	0,5137	0,7101	3,6543	17,9939	233,4	0,3	32,86	1,09
LÍNEA AL CGD-4.(-2).RX	577,4	0,3	0,85	173,2	4,6007	3,18	5,0767	5,7994	7,7075	0,7969	0,5508	3,9375	17,8346	229,75	1,86	31,46	1,19
LÍNEA AL CGD-1.A	148,6	0,42	0,85	62,4	38,1944	26,4	38,6704	29,0194	48,348	2,3837	1,6476	5,5243	18,9314	227,82	2,69	5,02	11,72
LÍNEA AL CGD-1.B	562,9	0,75	0,85	422,2	9,5486	13,2	10,0246	15,8194	18,7282	4,0313	5,5729	7,1719	22,8566	224,35	4,17	12,95	28,14
LÍNEA AL CGD-ALUM.EXT.2	35,9	0,8	0,95	28,8	30	2,88	30,476	5,4994	30,9682	0,8626	0,0828	4,0032	17,3666	233,26	0,36	7,83	0,21
LÍNEA AL CGD-AA.4.(-1).1	629,3	0,75	0,85	472	3,4722	3	3,9482	5,6194	6,8678	1,6388	1,416	4,7795	18,6997	228,57	2,36	35,31	1,48
LÍNEA AL CGD-AA.4.(-1).2	610,5	0,75	0,85	457,9	6,033	8,34	6,509	10,9594	12,7466	2,7626	3,819	5,9032	21,1027	226,35	3,31	19,02	13,03
LÍNEA AL CGD-4.2.RX	433	0,3	0,85	129,9	4,2535	5,88	4,7294	8,4994	9,7267	0,5525	0,7638	3,6932	18,0476	229,84	1,82	24,93	1,9
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.5E	222,3	0,75	0,85	166,7	33,114	18,12	33,59	20,7394	39,4767	5,5204	3,0208	8,6611	20,3046	224,43	4,13	6,14	4,9
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.5	314,7	0,75	0,85	236	20,9722	18,12	21,4482	20,7394	29,8354	4,9493	4,2762	8,0899	21,5599	224,25	4,21	8,13	6,97
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.6	378,2	0,75	0,85	283,6	11,8243	12,6	12,3003	15,2194	19,5686	3,3537	3,5737	6,4943	20,8574	225,98	3,47	12,39	4,56
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.7	588,9	0,75	0,85	441,7	5,8333	5,04	6,3093	7,6594	9,9234	2,5764	2,226	5,7171	19,5098	227,35	2,89	24,44	3,09
LÍNEA A LA TE-AA.4.3.8	359,4	0,75	0,85	269,6	11,5991	12,36	12,0751	14,9794	19,2403	3,1265	3,3316	6,2672	20,6154	226,3	3,33	12,6	4,41
LÍNEA AL CGD-6.A	584,4	0,42	0,95	245,5	4,375	3,78	4,851	6,3994	8,0302	1,0739	0,9278	4,2145	18,2116	232,8	0,56	30,2	2,02
LÍNEA AL CGD-6.B	633,2	0,42	0,95	265,9	4,375	3,78	4,851	6,3994	8,0302	1,1635	1,0053	4,3041	18,289	232,69	0,61	30,2	2,02
LÍNEA AL CGD-6.3.AS	300,2	0,7	0,85	210,2	11,1111	9,6	11,5871	12,2194	16,8397	2,3351	2,0175	5,4757	19,3013	227,67	2,75	14,4	2,22

Tabla 59. Hoja de cálculos de LDG. Elaboración propia.



20.8. Cálculo de líneas del Cuadro General de Distribución CGD-4

VALORES	Nº de Línea	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	We (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm ²)	Re (Ω /km a 60°C)	Xe (Ω /km)	Máxima solicitud térmica admisible (A ² seg)	L (m)	I Admis. (A)
LÍNEA AL CGD-4.A	22													
LÍNEA AL CS-4.(-2).1	23						420	1	25	0,8333	0,12	12.795.625	59	111
LÍNEA AL CS-4.(-2).2	24						420	1	25	0,8333	0,12	12.795.625	90	111
LÍNEA AL CS-4.1.5	25						420	1	35	0,5952	0,12	25.079.425	49	140
LÍNEA AL CS-4.2.1.A	26						420	1	35	0,5952	0,12	25.079.425	79	140
LÍNEA AL CS-4.2.1.B	27						420	1	35	0,5952	0,12	25.079.425	79	140
LÍNEA AL CS-4.2.3.A	28						420	1	25	0,8333	0,12	12.795.625	69	111
LÍNEA AL CS-4.2.3.B	29						420	1	25	0,8333	0,12	12.795.625	69	111
LÍNEA AL CS-4.2.AS	30						420	1	25	0,8333	0,12	12.795.625	116	111
LÍNEA AL CGD-4.B	31													
LÍNEA AL CS-4.(-1).1	32						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	10	104
LÍNEA AL CS-4.(-1).2	33						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	62	104
LÍNEA AL CS-4.(-1).3	34						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	109	104
LÍNEA AL CS-4.0.1	35						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	16	104
LÍNEA AL CS-4.0.2	36						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	54	104
LÍNEA AL CS-4.0.3	37						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	66	104
LÍNEA AL CS-4.0.4	38						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	67	104
LÍNEA AL CS-4.1.1	39						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	20	104
LÍNEA AL CS-4.1.2	40						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	59	104
LÍNEA AL CS-4.1.3	41						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	100	104
LÍNEA AL CS-4.1.4	42						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	97	104

Tabla 60. Datos de cálculo de líneas del CGD-4. Elaboración propia.



VALORES	I2 Instal. (A)	Coef. Simul- taneidad	Cos ϕ Factor de Potencia	Ic2 P. Carga (A.)	Rf2 (m Ω)	Xf2 (m Ω)	Σ Rf2 (m Ω)	Σ Xf2 (m Ω)	Σ Zf2 A Origen (m Ω)	er2 (V)	ex2 (V)	Σ er2 (V)	Σ ex2 (V)	Vc (V)	e2 %	Icc2 (kA)	t (s)
LÍNEA AL CGD-4.A							2,7676	4,5994				3,7306	17,7935	233,39	0,31	45,17	
LÍNEA AL CS-4.(-2).1	96	0,6	0,95	57,6	49,1667	7,08	51,9343	11,6794	53,2314	2,8315	0,4077	6,5621	18,2012	230,57	1,51	4,56	0,62
LÍNEA AL CS-4.(-2).2	62,3	0,6	0,95	37,4	75	10,8	77,7676	15,3994	79,2777	2,8027	0,4036	6,5332	18,1971	230,6	1,5	3,06	1,37
LÍNEA AL CS-4.1.5	97,1	0,6	0,95	58,2	29,1667	5,88	31,9343	10,4794	33,6098	1,6987	0,3425	5,4292	18,1359	231,67	1,04	7,21	0,48
LÍNEA AL CS-4.2.1.A	70	0,6	0,95	42	47,0238	9,48	49,7915	14,0794	51,7438	1,9751	0,3982	5,7057	18,1917	231,39	1,16	4,69	1,14
LÍNEA AL CS-4.2.1.B	63,5	0,6	0,95	38,1	47,0238	9,48	49,7915	14,0794	51,7438	1,7918	0,3612	5,5224	18,1547	231,57	1,08	4,69	1,14
LÍNEA AL CS-4.2.3.A	53	0,6	0,95	31,8	57,5	8,28	60,2676	12,8794	61,6285	1,8275	0,2632	5,5581	18,0566	231,57	1,08	3,93	0,83
LÍNEA AL CS-4.2.3.B	96	0,6	0,95	57,6	57,5	8,28	60,2676	12,8794	61,6285	3,3115	0,4769	7,042	18,2703	230,09	1,71	3,93	0,83
LÍNEA AL CS-4.2.AS	75,1	0,8	0,85	60	96,6667	13,92	99,4343	18,5194	101,1442	5,8043	0,8358	9,5349	18,6293	224,57	4,07	2,4	2,23
LÍNEA AL CGD-4.B							3,3406	6,5794				3,6543	17,9939	233,4	0,3	32,86	
LÍNEA AL CS-4.(-1).1	30,5	0,6	0,95	18,3	8,3333	0,8	11,6739	7,3794	13,8107	0,1526	0,0147	3,8069	18,0085	233,25	0,37	17,56	0,04
LÍNEA AL CS-4.(-1).2	49	0,6	0,95	29,4	51,6667	4,96	55,0072	11,5394	56,2046	1,5191	0,1458	5,1734	18,1397	231,91	0,94	4,31	0,69
LÍNEA AL CS-4.(-1).3	20,9	0,6	0,95	12,6	90,8333	8,72	94,1739	15,2994	95,4086	1,1406	0,1095	4,7949	18,1034	232,28	0,78	2,54	1,98
LÍNEA AL CS-4.0.1	58	0,6	0,95	34,8	13,3333	1,28	16,6739	7,8594	18,4334	0,4642	0,0446	4,1185	18,0384	232,94	0,5	13,15	0,07
LÍNEA AL CS-4.0.2	41,9	0,6	0,95	25,1	45	4,32	48,3406	10,8994	49,5541	1,1302	0,1085	4,7845	18,1024	232,29	0,78	4,89	0,53
LÍNEA AL CS-4.0.3	46,8	0,6	0,95	28,1	55	5,28	58,3406	11,8594	59,5337	1,5456	0,1484	5,1999	18,1423	231,88	0,95	4,07	0,77
LÍNEA AL CS-4.0.4	38,1	0,6	0,95	22,9	55,8333	5,36	59,1739	11,9394	60,3664	1,2765	0,1225	4,9308	18,1164	232,15	0,84	4,02	0,79
LÍNEA AL CS-4.1.1	47,1	0,6	0,95	28,2	16,6667	1,6	20,0072	8,1794	21,6146	0,4705	0,0452	4,1248	18,039	232,94	0,5	11,22	0,1
LÍNEA AL CS-4.1.2	22,4	0,6	0,95	13,4	49,1667	4,72	52,5072	11,2994	53,7093	0,66	0,0634	4,3143	18,0572	232,75	0,58	4,51	0,63
LÍNEA AL CS-4.1.3	13,7	0,6	0,95	8,2	83,3333	8	86,6739	14,5794	87,8915	0,6856	0,0658	4,3399	18,0597	232,73	0,59	2,76	1,68
LÍNEA AL CS-4.1.4	37	0,6	0,95	22,2	80,8333	7,76	84,1739	14,3394	85,3866	1,7921	0,172	5,4464	18,1659	231,64	1,05	2,84	1,59

Tabla 61. Hoja de cálculo de líneas del CGD-4. Elaboración propia



20.8.1. Cálculo de líneas de alimentación de radiología

Los datos de cálculo para las Tomas Eléctricas de la unidad de radiología que son dependientes del CGD-4 son las siguientes.

VALORES	Nº de Línea	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	Wc (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm ²)	Re (Ω /km) a 60°C	Xe (Ω /km)	Máxima solicitud térmica admisible (A ² seg)	L (m)	I Admis. (A)
LÍNEA AL CS-4.2.2	43						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	116	129
LÍNEA AL CGD-4.(-2).RX	44													
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX1	45						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	70	157
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX2	46						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	60	157
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX3	47						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	45	157
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX4	48						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	37	157
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX5	49						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	44	157
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX6	50						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	54	157
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX7	51						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	69	157
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX8	52						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	79	157
LÍNEA AL CGD-4.2.RX	53													
LÍNEA A LA TE-4.2.RX1	54						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	34	157
LÍNEA A LA TE-4.2.RX2	55						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	24	157
LÍNEA A LA TE-4.2.RX3	56						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	32	157

Tabla 62. Datos de cálculo de líneas radiología del CGD-4. Elaboración propia.



La hoja de cálculo para la unidad de radiología es la siguiente.

VALORES	I ₂ Instal. (A)	Coef. Simul- taneidad	Cos φ Factor de Potencia	I _{c2} P. Carga (A.)	R _{f2} (mΩ)	X _{f2} (mΩ)	Σ R _{f2} (mΩ)	Σ X _{f2} (mΩ)	Σ Z _{f2} A Origen (mΩ)	e _{r2} (V)	e _{x2} (V)	Σ e _{r2} (V)	Σ e _{x2} (V)	V _c (V)	e ₂ %	I _{cc2} (kA)	t (s)
LÍNEA AL CS-4.2.2	21,6	0,6	0,95	12,9	69,0476	9,28	72,3882	15,8594	74,1051	0,894	0,1201	4,5483	18,114	232,51	0,68	3,27	2,34
LÍNEA AL CGD-4.(-2).RX							5,0767	5,7994				3,9375	17,8346	229,75	1,86	31,46	
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX1	72,2	1	0,85	72,2	29,1667	5,6	34,2433	11,3994	36,0909	2,1049	0,4041	6,0424	18,2387	227,74	2,72	6,72	1,13
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX2	72,2	1	0,85	72,2	25	4,8	30,0767	10,5994	31,8897	1,8042	0,3464	5,7417	18,181	228,03	2,6	7,6	0,89
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX3	72,2	1	0,85	72,2	18,75	3,6	23,8267	9,3994	25,6137	1,3532	0,2598	5,2907	18,0944	228,46	2,41	9,47	0,57
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX4	72,2	1	0,85	72,2	15,4167	2,96	20,4933	8,7594	22,2869	1,1126	0,2136	5,0501	18,0482	228,69	2,32	10,88	0,43
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX5	72,2	1	0,85	72,2	18,3333	3,52	23,41	9,3194	25,1968	1,3231	0,254	5,2606	18,0886	228,49	2,4	9,62	0,55
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX6	72,2	1	0,85	72,2	22,5	4,32	27,5767	10,1194	29,3747	1,6238	0,3118	5,5613	18,1463	228,2	2,52	8,25	0,75
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX7	72,2	1	0,85	72,2	28,75	5,52	33,8267	11,3194	35,6703	2,0749	0,3984	6,0123	18,2329	227,77	2,71	6,8	1,11
LÍNEA A LA TE-4.(-2).RX8	72,2	1	0,85	72,2	32,9167	6,32	37,9933	12,1194	39,8795	2,3756	0,4561	6,313	18,2907	227,49	2,83	6,08	1,38
LÍNEA AL CGD-4.2.RX							4,7294	8,4994				3,6932	18,0476	229,84	1,82	24,93	
LÍNEA A LA TE-4.2.RX1	144,3	1	0,85	144,3	14,1667	2,72	18,8961	11,2194	21,9759	2,0448	0,3926	5,7379	18,4402	227,9	2,65	11,03	0,42
LÍNEA A LA TE-4.2.RX2	144,3	1	0,85	144,3	10	1,92	14,7294	10,4194	18,0422	1,4434	0,2771	5,1365	18,3247	228,47	2,41	13,44	0,28
LÍNEA A LA TE-4.2.RX3	144,3	1	0,85	144,3	13,3333	2,56	18,0628	11,0594	21,1796	1,9245	0,3695	5,6177	18,4171	228,01	2,6	11,45	0,39

Tabla 63. Hoja de cálculo de líneas radiología del CGD-4. Elaboración propia.



20.8.2. Cálculo de líneas del área de investigación

Los datos para el cálculo de las líneas del área de investigación dependientes del CGD-4 son los siguientes.

VALORES	Nº de Línea	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	Wc (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm ²)	Re (Ω/km) a 60°C	Xe (Ω/km)	Máxima solicitud térmica admisible (A ² seg)	L (m)	I Admis. (A)
LÍNEA AL CGD-IA	57													
LÍNEA AL CS-I.(-1).1	58						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	30	104
LÍNEA AL CS-I.0.1	59						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	36	129
LÍNEA AL CGD-IB	60													
LÍNEA A LA TE-AA.I.1.12	61						420	2	120	0,1736	0,12	1.179.244.800	56	631
LÍNEA A LA TE-AA.I.1.GF	62						420	2	120	0,1736	0,12	1.179.244.800	60	631

Tabla 64. Datos de cálculo de líneas de la unidad investigación del CGD-4. Elaboración propia.

La hoja de cálculo correspondiente se muestra a continuación.

VALORES	I2 Instal. (A)	Coef. Simul-taneidad	Cos φ Factor de Potencia	Ic2 P. Carga (A.)	Rf2 (mΩ)	Xf2 (mΩ)	Σ Rf2 (mΩ)	Σ Xf2 (mΩ)	Σ Zf2 A Origen (mΩ)	er2 (V)	ex2 (V)	Σer2 (V)	Σ ex2 (V)	Vc (V)	e2 %	Icc2 (kA)	t (s)
LÍNEA AL CGD-IA							38,6704	29,0194				5,5243	18,9314	227,82	2,69	5,02	
LÍNEA AL CS-I.(-1).1	40	0,6	0,95	24	25	2,4	63,6704	31,4194	71,0007	0,5997	0,0576	6,1241	18,989	230,74	1,44	3,42	1,1
LÍNEA AL CS-I.0.1	108,6	0,6	0,95	65,2	21,4286	2,88	60,099	31,8994	68,0402	1,3965	0,1877	6,9208	19,1191	229,94	1,78	3,56	1,97
LÍNEA AL CGD-IB							10,0246	15,8194				7,1719	22,8566	224,35	4,17	12,95	
LÍNEA A LA TE-AA.I.1.12	274,2	1	0,85	274,2	4,8611	3,36	14,8857	19,1794	24,2783	1,3331	0,9215	8,505	23,7781	222,73	4,86	9,99	11,82
LÍNEA A LA TE-AA.I.1.GF	288,7	1	0,85	288,7	5,2083	3,6	15,2329	19,4194	24,6811	1,5035	1,0392	8,6754	23,8959	222,53	4,95	9,82	12,22

Tabla 65. Hoja de cálculo de líneas de la unidad investigación del CGD-4. Elaboración propia.



20.8.3. Cálculo de líneas para aire acondicionado

VALORES	Nº de Línea	PccI (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	Wc (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm ²)	Re (Ω /km) a 60°C	Xe (Ω /km)	Máxima solicitud térmica admisible (A ² seg)	L (m)	I Admis. (A)
LÍNEA AL CGD-AA.4.(-1).1	63													
TE-AA.4.(-1).1.S03/04	64						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	90	104
TE-AA.4.(-1).1.36	65						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	72	129
TE-AA.4.(-1).1.37	66						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	36	104
TE-AA.4.(-1).1.38	67						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	16	104
TE-AA.4.(-1).1.40	68						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	49	157
TE-AA.4.(-1).1.42	69						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	61	104
TE-AA.4.(-1).1.43	70						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	84	104
TE-AA.4.(-1).1.46	71						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	103	129
LÍNEA AL CGD-AA.4.(-1).2	72													
TE-AA.4.(-1).2.S13/14/15	73						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	120	129
TE-AA.4.(-1).2.S11/12	74						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	76	104
TE-AA.4.(-1).2.33	75						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	54	157
TE-AA.4.(-1).2.34	76						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	39	104
TE-AA.4.(-1).2.35	77						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	17	129
TE-AA.4.(-1).2.39	78						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	42	129
TE-AA.4.(-1).2.41	79						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	58	104
TE-AA.4.(-1).2.44	80						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	90	104
TE-AA.4.(-1).2.45	81						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	103	129

Tabla 66. Datos de cálculo de líneas de aire acondicionado del CGD-4. Elaboración propia.



La hoja de cálculo para la Tomas Eléctricas para climatización se muestra a continuación.

valores	I2 Instal. (A)	Coef. Simul- taneidad	Cos ϕ Factor de Potencia	Ic2 P. Carga (A.)	Rf2 (m Ω)	Xf2 (m Ω)	Σ Rf2 (m Ω)	Σ Xf2 (m Ω)	Σ Zf2 A Origen (m Ω)	er2 (V)	ex2 (V)	Σ er2 (V)	Σ ex2 (V)	Vc (V)	e2 %	Icc2 (kA)	t (s)
LÍNEA AL CGD-AA.4.(-1).1							3,9482	5,6194				4,7795	18,6997	228,57	2,36	35,31	
TE-AA.4.(-1).1.S03/04	34,6	1	0,85	34,6	75	7,2	78,9482	12,8194	79,9822	2,5981	0,2494	7,3775	18,9491	226,23	3,36	3,03	1,39
TE-AA.4.(-1).1.36	109,7	1	0,85	109,7	42,8571	5,76	46,8053	11,3794	48,1688	4,7013	0,6319	9,4807	19,3316	224,24	4,21	5,03	0,99
TE-AA.4.(-1).1.37	47,6	1	0,85	47,6	30	2,88	33,9482	8,4994	34,996	1,4289	0,1372	6,2084	18,8369	227,29	2,91	6,93	0,27
TE-AA.4.(-1).1.38	92,4	1	0,85	92,4	13,3333	1,28	17,2815	6,8994	18,6079	1,2317	0,1182	6,0111	18,818	227,46	2,84	13,03	0,08
TE-AA.4.(-1).1.40	142,9	1	0,85	142,9	20,4167	3,92	24,3649	9,5394	26,1658	2,9174	0,5601	7,6969	19,2599	225,8	3,55	9,27	0,6
TE-AA.4.(-1).1.42	93,8	1	0,85	93,8	50,8333	4,88	54,7815	10,4994	55,7786	4,7692	0,4578	9,5486	19,1576	224,28	4,2	4,35	0,68
TE-AA.4.(-1).1.43	28,9	1	0,85	28,9	70	6,72	73,9482	12,3394	74,9706	2,0207	0,194	6,8002	18,8937	226,75	3,14	3,23	1,22
TE-AA.4.(-1).1.46	79,4	1	0,85	79,4	61,3095	8,24	65,2577	13,8594	66,7132	4,8671	0,6541	9,6466	19,3539	224,09	4,28	3,63	1,9
LÍNEA AL CGD-AA.4.(-1).2							6,509	10,9594				5,9032	21,1027	226,35	3,31	19,02	
TE-AA.4.(-1).2.S13/14/15	52	1	0,85	52	71,4286	9,6	77,9375	20,5594	80,6037	3,7115	0,4988	9,6147	21,6016	222,94	4,77	3,01	2,77
TE-AA.4.(-1).2.S11/12	24,5	1	0,85	24,5	63,3333	6,08	69,8423	17,0394	71,8908	1,554	0,1492	7,4572	21,2519	224,95	3,91	3,37	1,12
TE-AA.4.(-1).2.33	134,2	1	0,85	134,2	22,5	4,32	29,009	15,2794	32,7869	3,0203	0,5799	8,9235	21,6826	223,48	4,54	7,4	0,94
TE-AA.4.(-1).2.34	34,6	1	0,85	34,6	32,5	3,12	39,009	14,0794	41,472	1,1258	0,1081	7,029	21,2108	225,34	3,75	5,85	0,37
TE-AA.4.(-1).2.35	111,1	1	0,85	111,1	10,119	1,36	16,628	12,3194	20,6944	1,1246	0,1512	7,0278	21,2539	225,32	3,75	11,72	0,18
TE-AA.4.(-1).2.39	114	1	0,85	114	25	3,36	31,509	14,3194	34,6101	2,8507	0,3831	8,7539	21,4859	223,73	4,43	7,01	0,51
TE-AA.4.(-1).2.41	44,7	1	0,85	44,7	48,3333	4,64	54,8423	15,5994	57,0177	2,1627	0,2076	8,0659	21,3104	224,41	4,14	4,25	0,71
TE-AA.4.(-1).2.44	34,6	1	0,85	34,6	75	7,2	81,509	18,1594	83,5073	2,5981	0,2494	8,5013	21,3522	224,01	4,31	2,9	1,52
TE-AA.4.(-1).2.45	60,6	1	0,85	60,6	61,3095	8,24	67,8185	19,1994	70,4838	3,7167	0,4995	9,6199	21,6023	222,93	4,77	3,44	2,12

Tabla 67. Hoja de cálculo de líneas de aire acondicionado del CGD-4. Elaboración propia.



20.9. Cuadro General de Distribución CGD-6

Los datos para las líneas alimentadas a partir del CGD-6 son los siguientes.

VALORES	Nº de Línea	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	Wc (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm2)	Re (Ω/km) a 60°C	Xe (Ω/km)	Máxima solicitud térmica admisible (A^2seg)	L (m)	I Admis. (A)
LÍNEA AL CGD-6.A	82													
LÍNEA AL CS-6.0.1	83						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	61	129
LÍNEA AL CS-6.1.1	84						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	65	129
LÍNEA AL CS-6.2.1	85						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	68	129
LÍNEA AL CS-6.2.3	86						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	51	104
LÍNEA AL CS-6.2.4	87						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	84	104
LÍNEA AL CS-6.3.1	88						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	56	129
LÍNEA AL CGD-6.B	89													
LÍNEA AL CS-6.(-2).1	90						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	10	104
LÍNEA AL CS-6.(-2).2	91						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	56	129
LÍNEA AL CS-6.(-1).1	92						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	71	104
LÍNEA AL CS-6.0.2	93						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	62	129
LÍNEA AL CS-6.0.3	94						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	114	129
LÍNEA AL CS-6.1.2	95						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	52	104
LÍNEA AL CS-6.1.3	96						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	81	129
LÍNEA AL CS-6.2.2	97						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	23	104
LÍNEA AL CS-6.3.2	98						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	26	104

Tabla 68 . Datos de cálculo de líneas del CGD-6. Elaboración propia.



La hoja de cálculo del CGD-6 es la siguiente.

VALORES	I2 Instal. (A)	Coef. Simul- taneidad	Cos ϕ Factor de Potencia	Ic2 P. Carga (A.)	Rf2 (m Ω)	Xf2 (m Ω)	Σ Rf2 (m Ω)	Σ Xf2 (m Ω)	Σ Zf2 A Origen (m Ω)	er2 (V)	ex2 (V)	Σ er2 (V)	Σ ex2 (V)	Vc (V)	e2 %	Icc2 (kA)	t (s)
LÍNEA AL CGD-6.A							4,851	6,3994				4,2145	18,2116	232,8	0,56	30,2	
LÍNEA AL CS-6.0.1	118	0,6	0,95	70,8	36,3095	4,88	41,1605	11,2794	42,678	2,5706	0,3455	6,7851	18,5571	230,25	1,65	5,68	0,78
LÍNEA AL CS-6.1.1	108	0,6	0,95	64,8	38,6905	5,2	43,5415	11,5994	45,06	2,508	0,3371	6,7225	18,5487	230,31	1,62	5,38	0,87
LÍNEA AL CS-6.2.1	108	0,6	0,95	64,8	40,4762	5,44	45,3272	11,8394	46,8479	2,6237	0,3526	6,8382	18,5642	230,19	1,67	5,18	0,94
LÍNEA AL CS-6.2.3	81,8	0,6	0,95	49,1	42,5	4,08	47,351	10,4794	48,4967	2,0851	0,2002	6,2996	18,4118	230,75	1,43	5	0,51
LÍNEA AL CS-6.2.4	60,5	0,6	0,95	36,3	70	6,72	74,851	13,1194	75,992	2,5431	0,2441	6,7576	18,4557	230,3	1,62	3,19	1,26
LÍNEA AL CS-6.3.1	108	0,6	0,95	64,8	33,3333	4,48	38,1843	10,8794	39,7039	2,1607	0,2904	6,3752	18,502	230,65	1,48	6,11	0,67
LÍNEA AL CGD-6.B							4,851	6,3994				4,3041	18,289	232,69	0,61	30,2	
LÍNEA AL CS-6.(-2).1	83,9	0,6	0,95	50,3	8,3333	0,8	13,1843	7,1994	15,0219	0,4193	0,0403	4,7234	18,3293	232,28	0,78	16,14	0,05
LÍNEA AL CS-6.(-2).2	114,5	0,6	0,95	68,7	33,3333	4,48	38,1843	10,8794	39,7039	2,2906	0,3079	6,5948	18,5969	230,42	1,58	6,11	0,67
LÍNEA AL CS-6.(-1).1	53,1	0,6	0,95	31,9	59,1667	5,68	64,0176	12,0794	65,1473	1,8856	0,181	6,1898	18,4701	230,84	1,4	3,72	0,92
LÍNEA AL CS-6.0.2	92,3	0,6	0,95	55,4	36,9048	4,96	41,7557	11,3594	43,2733	2,0439	0,2747	6,348	18,5637	230,66	1,47	5,6	0,8
LÍNEA AL CS-6.0.3	17,6	0,6	0,95	10,6	67,8571	9,12	72,7081	15,5194	74,346	0,7169	0,0964	5,0211	18,3854	231,98	0,91	3,26	2,36
LÍNEA AL CS-6.1.2	65,1	0,6	0,95	39,1	43,3333	4,16	48,1843	10,5594	49,3278	1,6925	0,1625	5,9966	18,4515	231,03	1,31	4,92	0,53
LÍNEA AL CS-6.1.3	113,7	0,6	0,95	68,2	48,2143	6,48	53,0653	12,8794	54,6059	3,2903	0,4422	7,5944	18,7313	229,42	2	4,44	1,27
LÍNEA AL CS-6.2.2	47,2	0,6	0,95	28,3	19,1667	1,84	24,0176	8,2394	25,3916	0,5428	0,0521	4,8469	18,3412	232,16	0,83	9,55	0,14
LÍNEA AL CS-6.3.2	45,8	0,6	0,95	27,5	21,6667	2,08	26,5176	8,4794	27,8404	0,5948	0,0571	4,899	18,3462	232,1	0,86	8,71	0,17

Tabla 69. Hoja de cálculo de líneas del CGD-6. Elaboración propia.



20.9.1. Cálculo de líneas para ascensores

Los datos de las Tomas Eléctricas que alimentan a los ascensores son los siguientes:

VALORES	Nº de Línea	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	Wc (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm ²)	Re (Ω /km) a 60°C	Xe (Ω /km)	Máxima solicitud térmica admisible (A ² seg)	L (m)	I Admis. (A)
LÍNEA AL CGD-6.3.AS	99													
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.3	100						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	110	81,6
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.4	101						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	108	81,6
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.24	102						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	36	81,6
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.25	103						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	34	81,6
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.26	104						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	30	81,6
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.27	105						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	27	81,6
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.28	106						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	23	81,6
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.29	107						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	74	104
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.30	108						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	72	104
LÍNEA AL CS-4.2.AS	109													
LÍNEA A LA TE-4.2.AS.38	110						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	60	81,6
LÍNEA A LA TE-4.2.AS.39	111						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	56	81,6
LÍNEA A LA TE-4.2.AS.40	112						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	32	81,6
LÍNEA A LA TE-4.2.AS.41	113						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	35	81,6

Tabla 70. Datos de cálculo de líneas de alimentación de ascensores del CGD-6. Elaboración propia.



La hoja de cálculo es la siguiente.

VALORES	I2 Instal. (A)	Coef. Simul- taneidad	Cos ϕ Factor de Potencia	Ic2 P. Carga (A.)	Rf2 (m Ω)	Xf2 (m Ω)	Σ Rf2 (m Ω)	Σ Xf2 (m Ω)	Σ Zf2 A Origen (m Ω)	er2 (V)	ex2 (V)	Σ er2 (V)	Σ ex2 (V)	Vc (V)	e2 %	Icc2 (kA)	t (s)
LÍNEA AL CGD-6.3.AS							11,5871	12,2194				5,4757	19,3013	227,67	2,75	14,4	
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.3	18,8	1	0,85	18,8	143,2292	8,8	154,8163	21,0194	156,2366	2,6875	0,1651	8,1632	19,4664	225,29	3,76	1,55	2,18
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.4	18,8	1	0,85	18,8	140,625	8,64	152,2121	20,8594	153,6347	2,6387	0,1621	8,1144	19,4634	225,34	3,75	1,58	2,1
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.24	37,5	1	0,85	37,5	46,875	2,88	58,4621	15,0994	60,3805	1,7591	0,1081	7,2348	19,4093	226,11	3,41	4,02	0,32
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.25	37,5	1	0,85	37,5	44,2708	2,72	55,8579	14,9394	57,8212	1,6614	0,1021	7,1371	19,4033	226,2	3,38	4,19	0,3
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.26	37,5	1	0,85	37,5	39,0625	2,4	50,6496	14,6194	52,7172	1,4659	0,0901	6,9416	19,3913	226,37	3,3	4,6	0,25
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.27	37,5	1	0,85	37,5	35,1563	2,16	46,7433	14,3794	48,9051	1,3193	0,0811	6,795	19,3823	226,5	3,25	4,96	0,21
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.28	37,5	1	0,85	37,5	29,9479	1,84	41,535	14,0594	43,85	1,1239	0,0691	6,5996	19,3703	226,67	3,18	5,53	0,17
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.29	37,5	1	0,85	37,5	61,6667	5,92	73,2538	18,1394	75,4662	2,3142	0,2222	7,7899	19,5234	225,58	3,64	3,21	1,24
LÍNEA A LA TE-6.3.AS.30	37,5	1	0,85	37,5	60	5,76	71,5871	17,9794	73,8104	2,2517	0,2162	7,7274	19,5174	225,64	3,62	3,29	1,19
LÍNEA AL CS-4.2.AS							99,4343	18,5194				9,5349	18,6293	224,57	4,07	2,4	
LÍNEA A LA TE-4.2.AS.38	18,8	1	0,85	18,8	78,125	4,8	177,5593	23,3194	179,0841	1,4659	0,0901	11,0008	18,7194	223,28	4,63	1,35	2,86
LÍNEA A LA TE-4.2.AS.39	18,8	1	0,85	18,8	72,9167	4,48	172,351	22,9994	173,8788	1,3682	0,0841	10,9031	18,7134	223,36	4,59	1,39	2,69
LÍNEA A LA TE-4.2.AS.40	18,8	1	0,85	18,8	41,6667	2,56	141,101	21,0794	142,6668	0,7818	0,048	10,3167	18,6773	223,88	4,37	1,7	1,81
LÍNEA A LA TE-4.2.AS.41	18,8	1	0,85	18,8	45,5729	2,8	145,0072	21,3194	146,5661	0,8551	0,0525	10,39	18,6818	223,81	4,4	1,65	1,91

Tabla 71. Hoja de cálculo de líneas de alimentación de ascensores del CGD-6. Elaboración propia.

21. Cálculo Luminotécnico

El diseño del número de luminarias y su potencia se realizará de acuerdo a niveles de eficiencia energética y valores mínimos de iluminación. En general se tenderá a ajustar la iluminación a los valores mínimos indicados en la memoria sin superar los valores límite de eficiencia energética y deslumbramiento por el método UGR marcados por el Código Técnico de Edificación.

De acuerdo al Código Técnico de Edificación el valor de eficiencia energética de iluminación de una zona se calcula con la siguiente expresión.

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

donde:

- **VEEI**: valor de eficiencia energética (W/m² por cada 100 lux);
- **P**: potencia total instalada en lámparas (W);
- **S**: superficie iluminada (m²);
- **E_m**: iluminancia media mantenida (lux).

Los valores de eficiencia energética límites para diferentes locales según el CTE se muestran en las tablas siguientes. Se diferencian entre zonas del grupo 1 o zonas de no representación y zonas de grupo 2 o zonas de representación y que por tanto requieren valores de iluminación superiores.

Zona de actividad de no representación	VEEI
Administrativo en general	3,5
Andenes de estaciones de transporte	3,5
Salas de diagnóstico	3,5
Pabellones de exposiciones o ferias	3,5
Aulas y laboratorios	4,0
Habitaciones de hospital	4,5
Zonas comunes	4,5
Almacenes, sala técnicas y cocinas	5
Aparcamientos	5
Espacios deportivos	5
Recintos interiores no mencionados y de categoría 1	4,5

Tabla 72. Valores de eficiencia energética para zonas de no representación según CTE [05].

El grupo designado como salas de diagnóstico incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras



salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales y que requieren niveles de iluminación superiores.

El grupo designado como habitaciones de hospital incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

Zona de actividad de representación	VEEI
Administrativo en general	6
Estaciones de transporte	6
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
Centros comerciales (excluidas tiendas)	8
Hostelería y Restauración	10
Religioso en general	10
Salones de actos, auditorios y convenciones	10
Tiendas y pequeño comercio	10
Zonas comunes	10
Habitaciones de hoteles y hostales	12
Recintos interiores de grupo 2 no descritos antes	10

Tabla 73. Valores de eficiencia energética para zonas de representación según CTE [05].

Las zonas comunes incluyen espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

De acuerdo a todo lo anterior se indican a continuación varios ejemplos de diseño luminotécnico de diferentes espacios. Los valores de iluminación en estos locales han sido calculados mediante la aplicación informática Dialux.

21.1. Pasillo

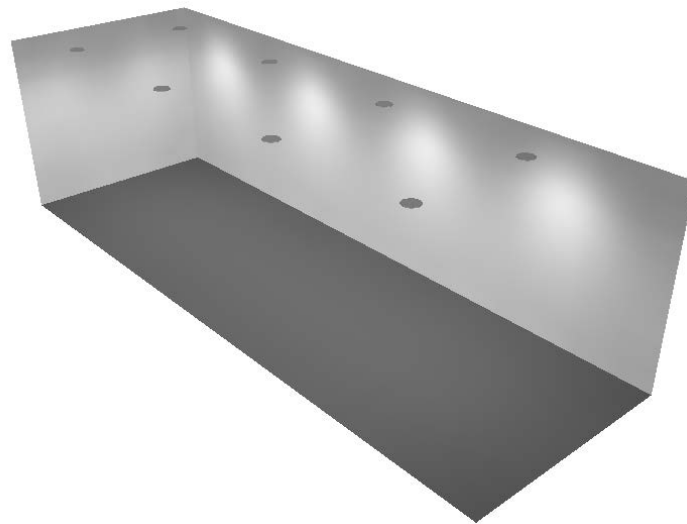


Ilustración 48. Representación de un pasillo del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

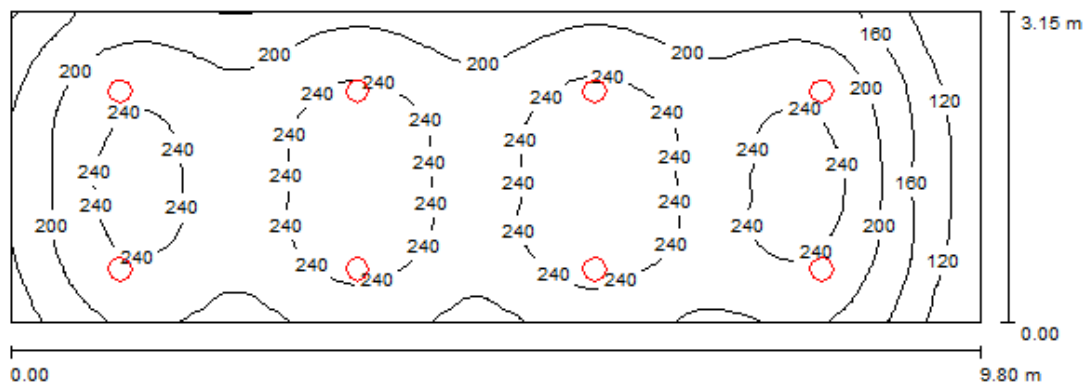


Ilustración 49. Plano isolux de un pasillo del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	214	81	273	0,377
Suelo	20	181	91	222	0,505
Techo	70	42	27	52	0,639
Paredes	50	93	34	326	-

Tabla 74. Resultados luminotécnicos para un pasillo del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.



Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	10.339 lm
Potencia total	288 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	$9,34 \text{ W/m}^2 = 4,37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

Tabla 75. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es de 21 para el siguiente observador.

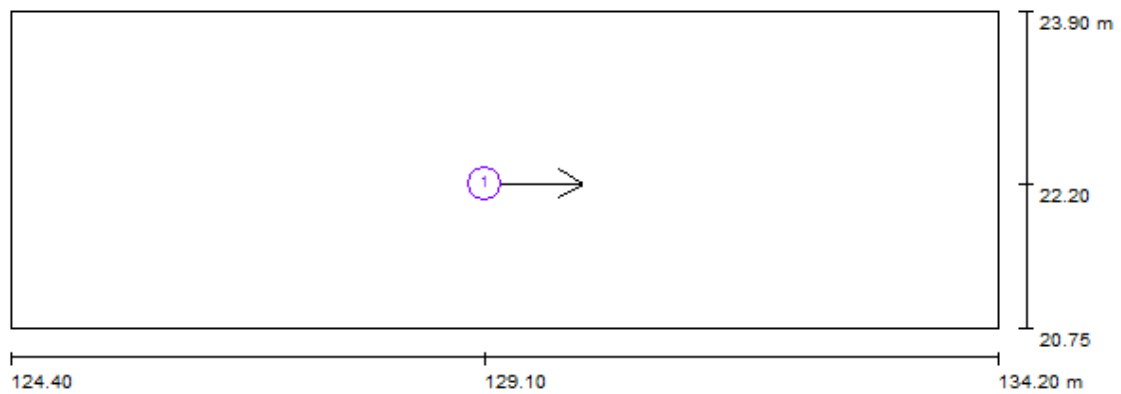


Ilustración 50. Localización del observador UGR.

21.2. Sala de espera



Ilustración 51. Representación de una sala de espera del Complejo Hospitalario. Elaboración propia

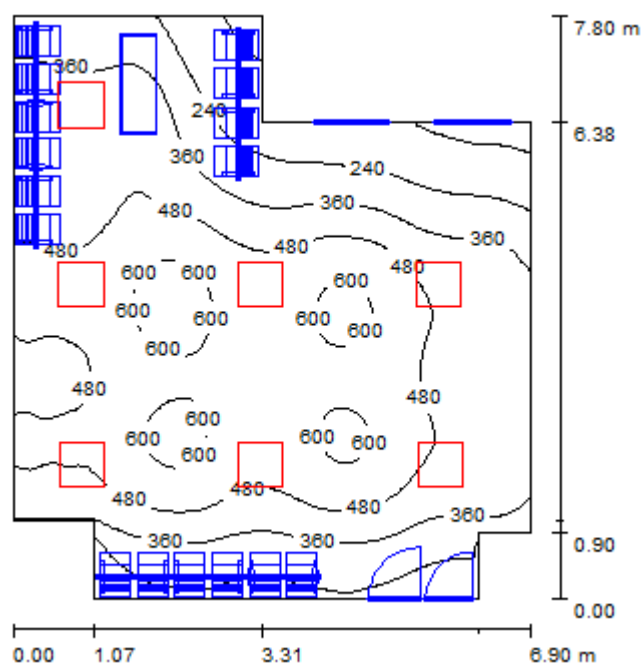


Ilustración 52. Plano isolux de una sala de espera del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.



Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	424	97	648	0,228
Suelo	20	346	41	568	0,119
Techo	70	74	44	112	0,598
Paredes	50	152	35	537	-

Tabla 76. Resultados luminotécnicos para una sala de espera. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	27.729 lm
Potencia total	504 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	10,68 W/m ² = 2,52 W/m ² /100 lx

Tabla 77. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es de 19 para el siguiente observador.

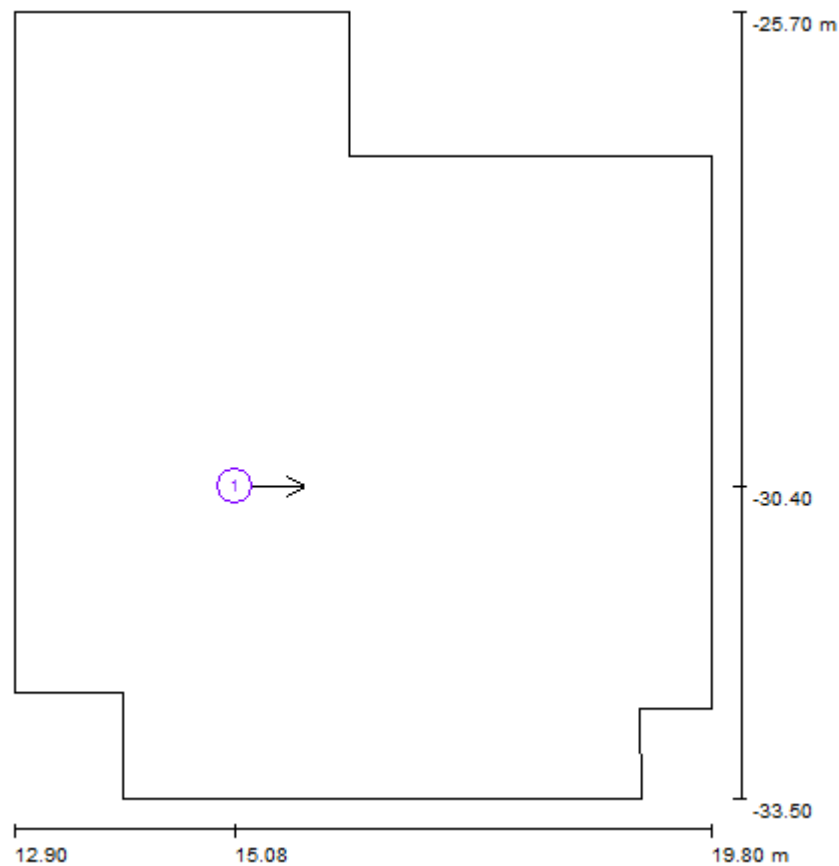


Ilustración 53. Localización del observador UGR. Elaboración propia.

21.3. Oficina



Ilustración 54. Representación de una oficina del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

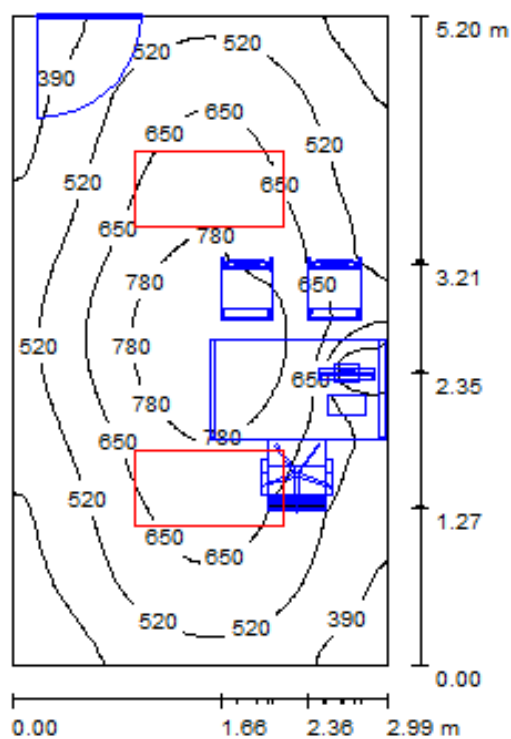


Ilustración 55. Plano isolux de una oficina del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	574	276	886	0,480
Suelo	20	377	60	597	0,160
Techo	70	106	71	129	0,672
Paredes	50	218	53	393	-

Tabla 78. Resultados luminotécnicos para una oficina del Complejo. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	13.638 lm
Potencia total	216.0 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	$13,89 \text{ W/m}^2 = 2,42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

Tabla 79. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es de 19 para el siguiente observador.

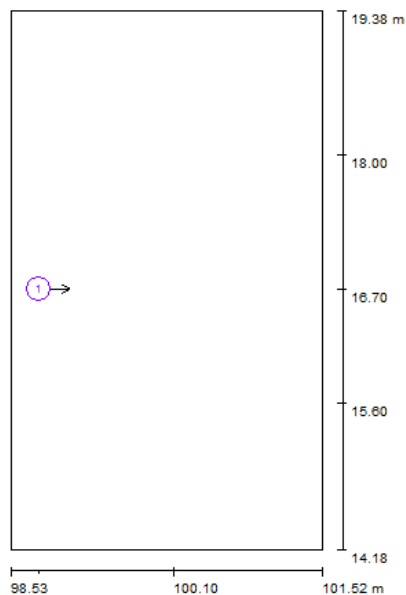


Ilustración 56. Localización del observador UGR. Elaboración propia.

21.4. Consulta



Ilustración 57. Representación de una consulta del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

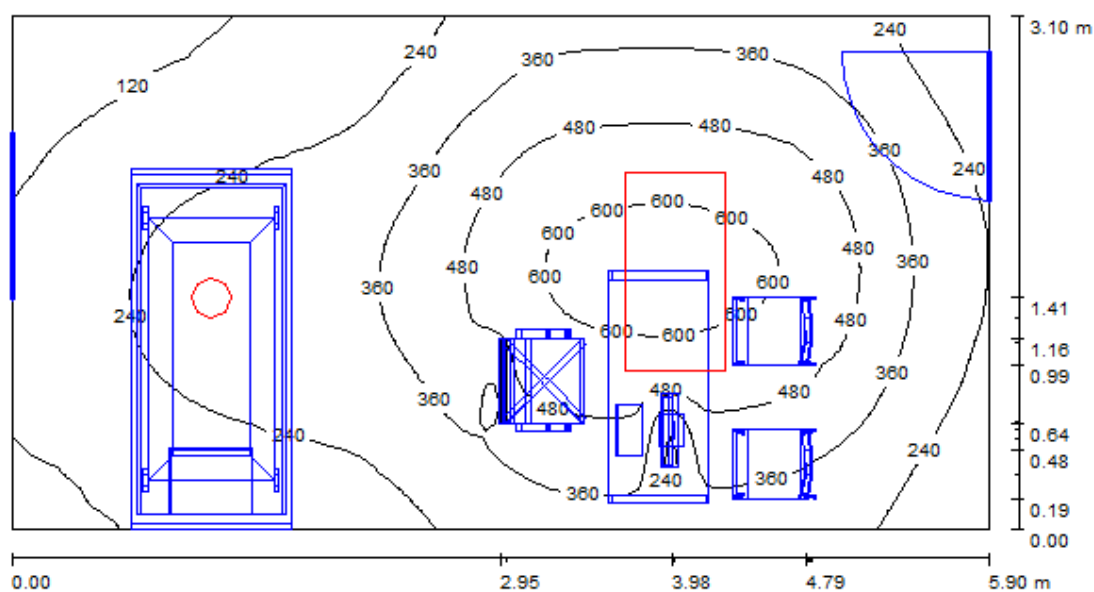


Ilustración 58. Plano isolux de una consulta del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.



Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	331	73	642	0,219
Suelo	20	197	9,62	367	0,049
Techo	70	59	37	76	0,633
Paredes	50	111	9,45	300	-

Tabla 80. Resultados luminotécnicos para una consulta del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	8.760 lm
Potencia total	160 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	$8,75 \text{ W/m}^2 = 2,65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

Tabla 81. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es de 21 para el siguiente observador.

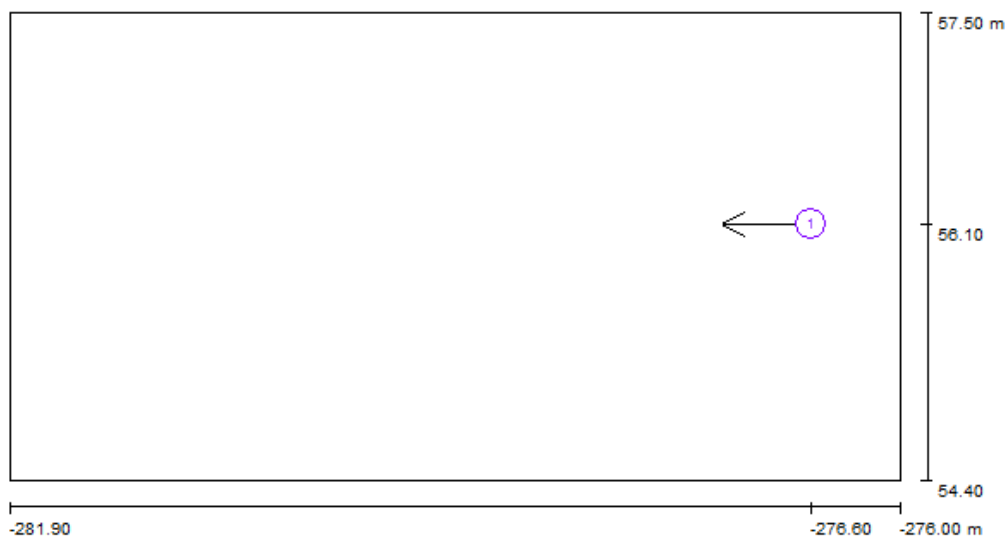


Ilustración 59. Localización del observador UGR. Elaboración propia.

21.5. Sala de curas



Ilustración 60. Representación de una sala de curas del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

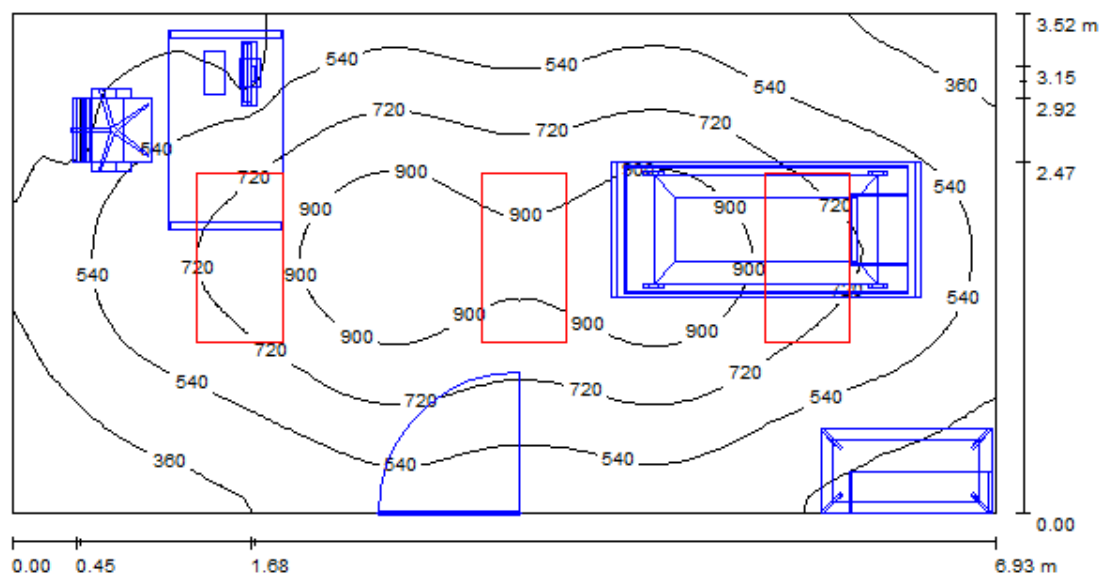


Ilustración 61. Plano isolux de una sala de curas del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.



Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	610	177	1.044	0,290
Suelo	20	402	36	716	0,090
Techo	70	108	64	145	0,594
Paredes	50	194	49	410	-

Tabla 82. Resultados luminotécnicos para una sala de curas del Complejo. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	20.457 lm
Potencia total	324 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	$13,28 \text{ W/m}^2 = 2,18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

Tabla 83. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es de 19 para el siguiente observador.

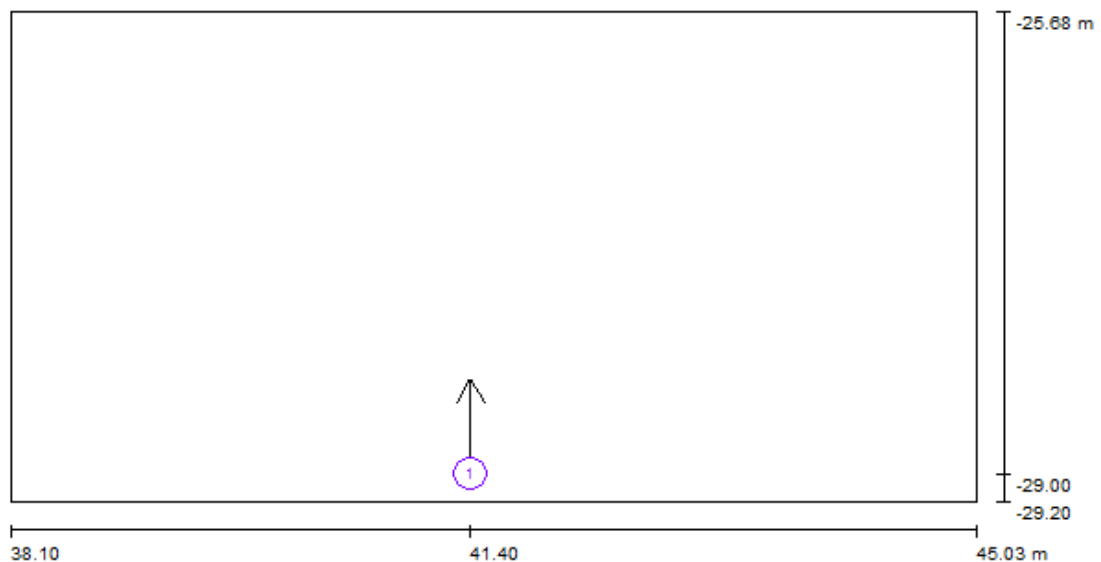


Ilustración 62. Localización del observador UGR. Elaboración propia.

21.6. Habitación de hospitalización



Ilustración 63. Representación de una habitación del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

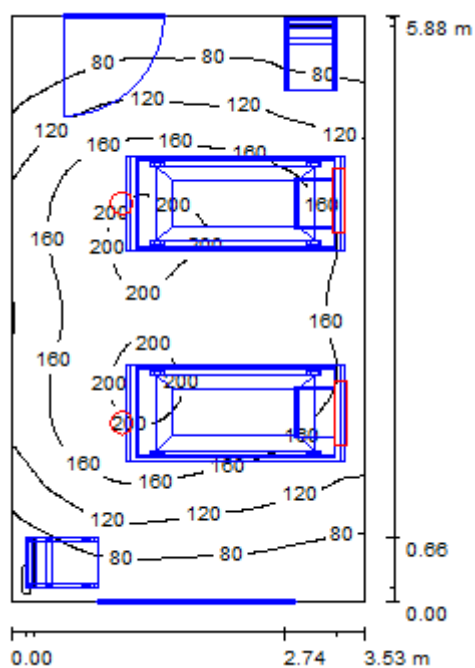


Ilustración 64. Plano isolux de una habitación del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.



Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	139	22	208	0,160
Suelo	20	81	7,59	170	0,094
Techo	70	34	19	76	0,555
Paredes	50	55	12	742	-

Tabla 84. Resultados luminotécnicos para una habitación del Complejo. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	4.377 lm
Potencia total	108 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	$5,20 \text{ W/m}^2 = 3,74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

Tabla 85. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es de menos de 10 para el siguiente observador.

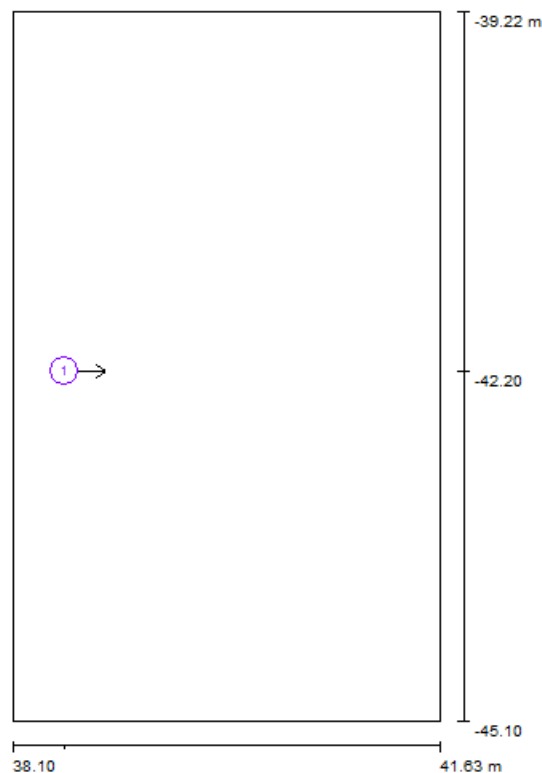


Ilustración 65. Localización del observador UGR. Elaboración propia.

21.7. Aseo de habitación



Ilustración 66. Representación de un aseo de habitación del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

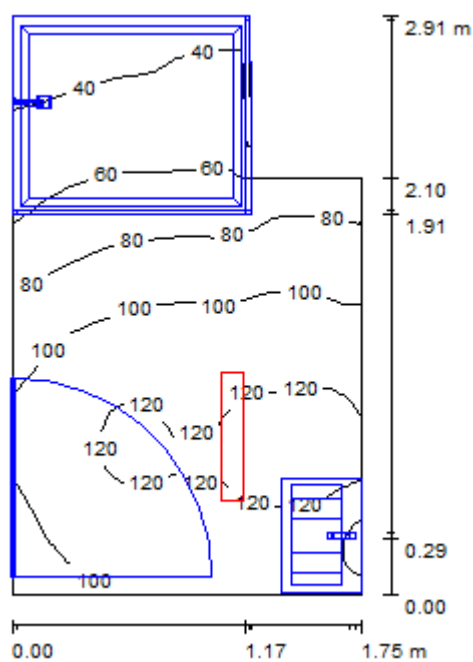


Ilustración 67. Plano isolux de un aseo de habitación del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.



Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	90	32	125	0,358
Suelo	20	47	0,91	72	0,019
Techo	70	25	15	36	0,585
Paredes	50	42	5,70	170	-

Tabla 86. Resultados luminotécnicos para un aseo de habitación del Complejo. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	896 lm
Potencia total	18 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	$3,88 \text{ W/m}^2 = 4,31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

Tabla 87. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es el mínimo posible para el siguiente observador, por lo que no se produce ningún deslumbramiento.

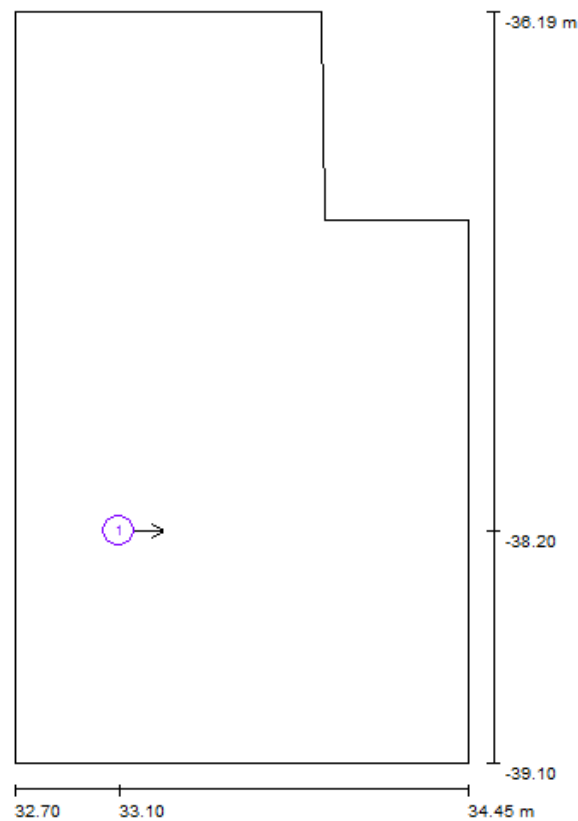


Ilustración 68. Localización del observador UGR. Elaboración propia.

21.8. Cafetería



Ilustración 69. Representación de la cafetería del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

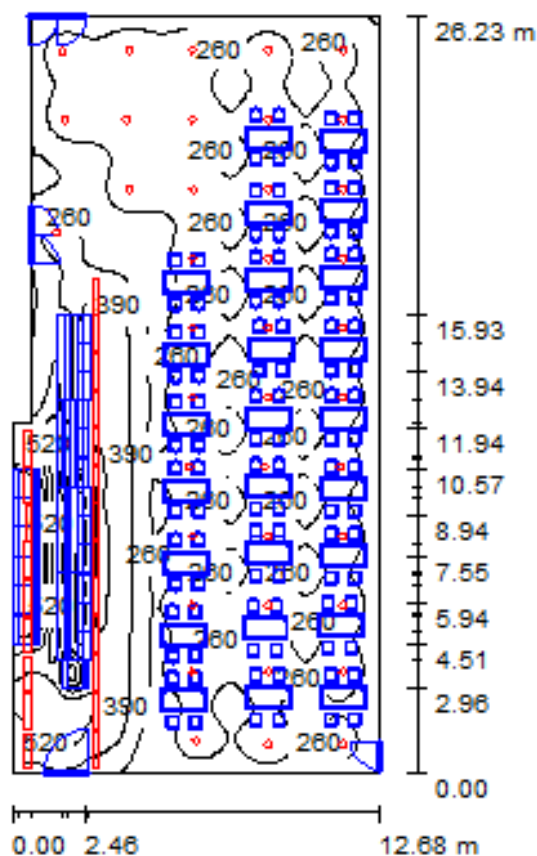


Ilustración 70. Plano isolux de la cafetería del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.



Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	295	41	656	0,138
Suelo	20	211	8,44	502	0,040
Techo	70	65	44	364	0,669
Paredes	50	118	6,17	762	-

Tabla 88. Resultados luminotécnicos para una cafetería del Complejo. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	123.959 lm
Potencia total	2.820 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	$8,70 \text{ W/m}^2 = 2,94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

Tabla 89. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es de 22 para el siguiente observador.

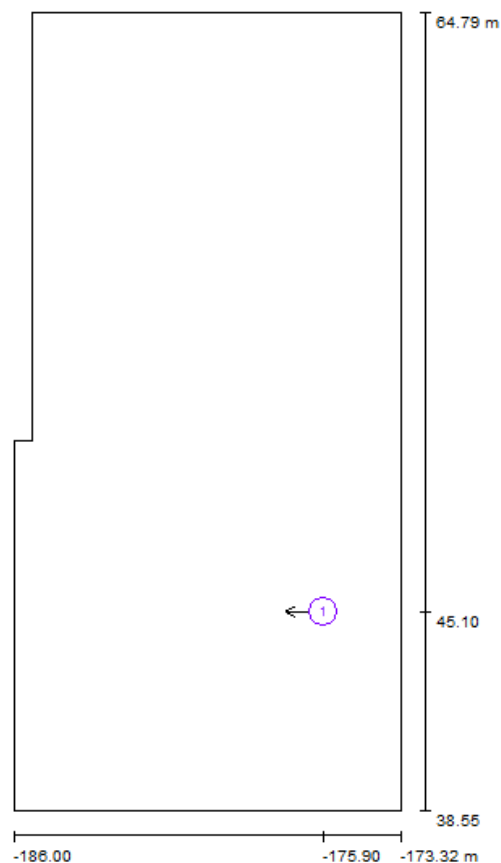


Ilustración 71. Localización del observador UGR. Elaboración propia.

21.9. Quirófano

Para el cálculo luminotécnico de un quirófano del área de trasplantes, se han utilizado luminarias equivalentes a las empleadas en la realidad, puesto que los quirófanos cuentan con luminarias escialíticas con una autonomía de 2h y una intensidad lumínica de 40.000 lux en el plano de trabajo. Este tipo de luminarias permiten una rotación de 360° para conseguir el plano de iluminación deseado. Están formadas por un módulo de cuatro focos equipados con cuatro lámparas halógenas dicroicas y de haz concentrado que después de pasar a través de dos filtros anticalóricos forman en la zona de intervención un círculo lumínico de aproximadamente 30 cm. de diámetro de luz blanca y fría.

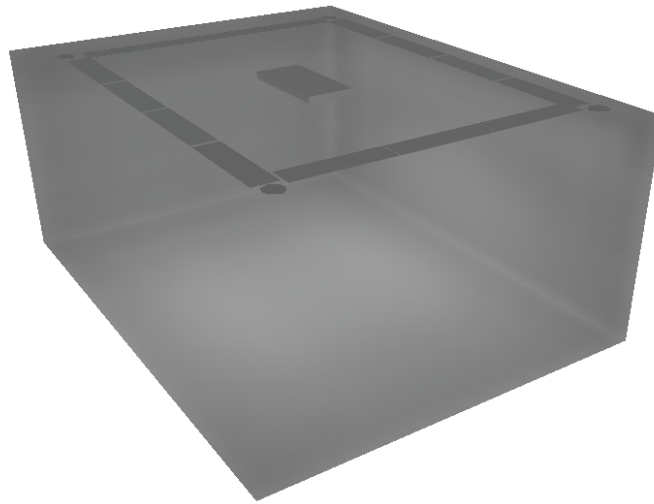


Ilustración 72. Representación de un quirófano de trasplantes del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

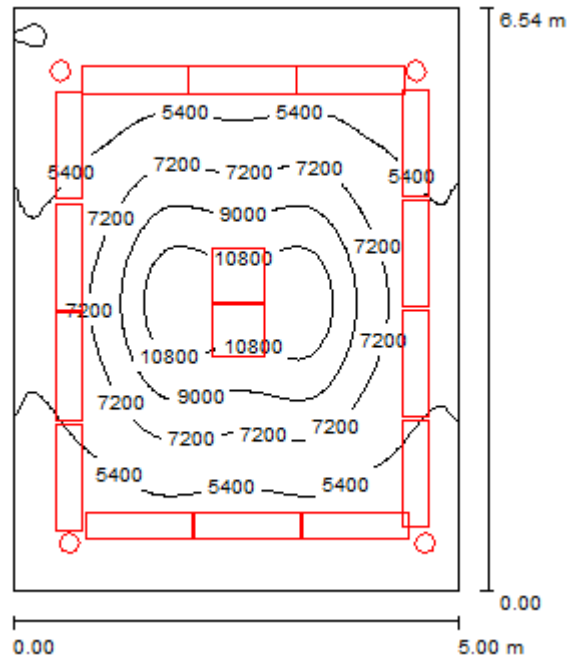


Ilustración 73. Plano isolux de un quirófano de trasplantes del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.

Superficie	ρ (%)	Iluminancia (Lx)			E_m/E_{min}
		Medio	Mínimo	Máximo	
Plano útil	-	6.280	3.460	12.265	0,551
Suelo	78	5.866	3.525	8.218	0,601
Techo	70	3.802	2.738	4.293	0,720
Paredes	78	4.114	2.619	6.389	-

Tabla 90. Resultados luminotécnicos para un quirófano de trasplantes del Complejo. Elaboración propia.

Parámetro	Valor
Flujo luminoso total	173.068 lm
Potencia total	2.912 W
Factor mantenimiento	0.80
Zona marginal	0.000 m
Valor de eficiencia energética	89,09 W/m ² = 1,42 W/m ² /100 lx

Tabla 91. Parámetros del local. Elaboración propia.

El valor de UGR es nulo.

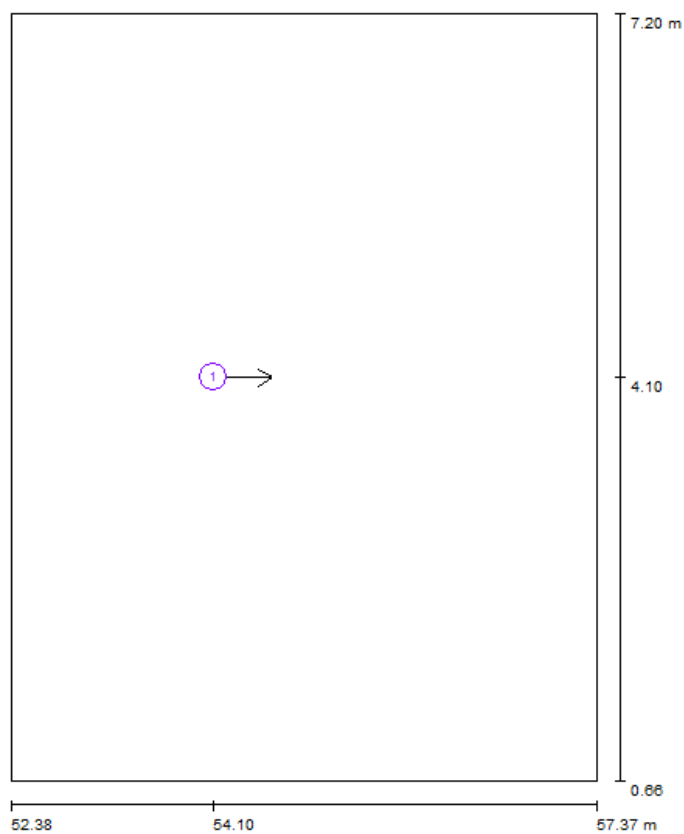


Ilustración 74. Localización del observador UGR. Elaboración propia.



PLEGO DE CONDICIONES



22. Pliego de condiciones: electricidad

22.1. Generalidades

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General del Edificio, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

22.1.1. Ámbito de aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

22.1.2. Alcance de los trabajos

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.



En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y funcionando.

22.1.3. Planificación y Coordinación

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF. En esta sentido, la EI viene obligada al replanteo definitivo sobre planos de obra, de las canalizaciones con ubicación de cajas de registro, número y dimensiones de tubos o canales, número de conductores que cada uno de ellos aloja, así como cuantos detalles se consideran necesarios para coordinar esta instalación con las de otros servicios (climatización, fontanería, etc.); debiendo formar parte esta documentación de los planos “as built” indicados en el punto 1.9 de este Pliego de Condiciones.

22.1.4. Modificaciones al Proyecto y cambio de materiales

En cumplimiento de la ITC-BT-04 apartado 5.1, la EI está obligada a notificar a la DF y EC, antes del comienzo de la obra, cualquier circunstancia por la que el Proyecto no se ajuste al R.E.B.T. cuando este sea el caso. De existir discrepancias que prevalecen en las interpretaciones, ambas partes someterán la cuestión al órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que éste resuelva en el más breve plazo de tiempo posible. Asimismo la EI podrá proponer, al momento de contratar la obra, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada y su presentación se realice siguiendo los mismos criterios y símbolos de representación utilizados en éste. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las marcas de materiales indicadas en Mediciones solo son a título de definición de una determinada calidad, por lo que podrán ser sustituidas por el equivalente; bien entendiendo que es potestad de la EI presentar el equivalente, pero siempre su instalación estará supeditada a la aprobación previa como tal por la DF, y que de ser desestimada por la DF como equivalente no podrá ser instalada.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.



22.1.5. Vibraciones y ruidos

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

22.1.6. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricas. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para cables en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricación y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

22.1.7. Pruebas y verificaciones previas a la entrega de las instalaciones



En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas y siguiendo la metodología de la UNE-20.460-6-61. y las IEC 60439-1 y 60890.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas y verificaciones a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente, salvo que su enlace con la puesta a tierra general del edificio esté perfectamente justificada mediante el oportuno cálculo y en aplicación de las instrucciones reglamentarias MIE-RAT13 e ITC-BT-18 (punto 11).
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un DDR o ID, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro CS, midiendo los usos de alumbrado aparte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V en corriente continua.
- Valor de la corriente de fuga de la instalación con todos los aparatos de alumbrado conectados, para todos y cada uno de los conjuntos alimentados por un mismo DDR, así como para todos los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.



- Cuando la protección contra contactos indirectos se realice mediante los disparadores de corto retardo de los dispositivos de Máxima Corriente (interruptores automáticos) se comprobará que el tarado de dichos disparadores está ajustado para una I_m inferior a la I_a calculada según ITC-BT-24 punto 4.1.1, en esquema TN-S.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a mas de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el



cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.

- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.
- Se comprobarán todos los sistemas de enclavamientos y de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se medirá la resistencia de aislamiento de suelos y paredes del Centro de Transformación, siguiendo para ello el método del Anexo de la UNE 20-460-94/6-61.
- Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrógeno, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

22.1.8. Normativa de obligado cumplimiento

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.



- Reglamento de Seguridad contra Incendios de Establecimientos Industriales según RD.2267/2004.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Fomento, las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, así como las Autonómicas y Municipales de aplicación específicamente al proyecto.

22.1.9. Documentación y Legalizaciones

En cumplimiento con el Artículo 19 del R.E.B.T., una vez realizadas las pruebas del apartado 1.7 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación, que constituirá un anexo al certificado de la instalación y que la EI entregará al titular de la misma. Esta documentación dispondrá de:

- Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de todos los planos “as built” (planta y esquemas) de la Instalación, elaborados por la EI.
- Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de la Memoria Descriptiva de la instalación, en la que se incluyan las bases y fundamentos de los criterios del Proyecto.
- Tres ejemplares encarpetados con las Hojas de Pruebas realizadas conforme al apartado 1.7.
- Dos ejemplares con la Memoria de Funcionamiento y Mantenimiento de la instalación, donde se incluya también la cantidad recomendada de almacenamiento y características de los materiales necesarios para la buena conducción del edificio.
- Dos ejemplares encarpetados con Información Técnica y recomendaciones de los fabricantes en el Mantenimiento así como Instrucciones de funcionamiento y montaje de Equipos y Aparata, en donde se incluya también todas las informaciones que el fabricante acompaña al material en las cajas que suponen su embalaje.
- Dos ejemplares encarpetados con Manuales e Instrucciones de utilización de Equipos.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran en cumplimiento del Artículo 18 e ITC-BT-04 del R.E.B.T., para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, presentados en y expedidos por la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma correspondiente. Los costes de dichas legalizaciones (proyectos, tasas, etc.) serán por cuenta de la EI y formarán parte del contrato con la EC.



El Centro de Transformación será un proyecto completamente independiente del resto de las instalaciones de Baja Tensión, debiendo aportar la EI para ambos (A.T. y B.T.) los documentos siguientes:

- Autorización administrativa.
- Proyecto suscrito por técnico competente.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de Mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Suministradora.

Asimismo, la EI, para obtener el escrito de conformidad de la Compañía Suministradora, estará obligada a solicitar, mediante escrito firmado por la Propiedad y conocimiento de la EC, la Acometida definitiva, acompañando un plano de situación geográfica de la instalación, indicando:

- Tipo de acometida solicitada (aérea o subterránea, en punta o bucle, etc.) y tensión de suministro (Alta o Baja Tensión).
- Potencia de Plena Carga en kilowatios máximos disponibles para la instalación.
- Petición del importe de la acometida en el caso de que la realice la Compañía, y derechos de acceso a la red de distribución.

En el caso de acometida en Media/Alta Tensión, además se solicitará de la Compañía Suministradora, y en cumplimiento del punto 4 de la MIE-RAT 19, información sobre:

- Tensión nominal de la red.
- Nivel de aislamiento.
- Intensidad máxima de defecto a tierra previsible en el punto de la acometida.
- Tiempo máximo de apertura del interruptor automático en caso de defecto.
- Potencia de cortocircuito de la instalación en el punto de acometida.
- Características del equipo de medida y forma de instalación.

Con los datos obtenidos, la EI elaborará el Proyecto definitivo del Centro de Transformación y entregará una copia del mismo a la Compañía Suministradora, cuya aprobación constituirá el mencionado escrito de conformidad. Posteriormente y mediante las copias oportunas de este proyecto, se gestionará la legalización de la instalación de Media/Alta Tensión en la Consejería de Industria de la correspondiente Comunidad Autónoma.

Las gestiones ante la Compañía Suministradora así como las que se derivan para cumplimiento de la ITC-BT-04 en sus apartados y puntos correspondientes, deberán ser realizadas con anterioridad al comienzo de la ejecución de la obra del proyecto.



22.2. Centros de transformación y cables de alta tensión

22.2.1. Generalidades

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV, correspondiendo concretamente con las categorías Segunda (de 31 a 66 kV) y Tercera (de 1 a 30 kV).

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores. cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y Código Técnico de la Edificación para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

El techo del local que alberga el CT deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpo sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión; para ello todas las rejillas accesibles al personal externo del CT, deben disponer de lamas en “uve” con una altura mínima de lama de 4 centímetros y una profundidad de dos veces la altura de la lama, estando cada uve introducida en la inmediata superior, como mínimo, la mitad de la altura de la lama.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de



transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear podrán ser modulares o compactas equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de \varnothing y se pondrán a tierra utilizando para ello una sola puesta a tierra independiente a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T. y será realizada conforme a la UNE-EN 50179.

Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10 cm, se instalará un mallazo de 30x30 cm. formado por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

El acabado final del suelo será en material aislante que permitirá sin deterioro la rodadura de los transformadores, y su resistencia de aislamiento debe ser igual o superior a 1 M Ω .

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.



En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

22.2.2. Centros de Transformación

22.2.2.1. Envolvente metálica

22.2.2.1.1.- *Envolvente metálica hasta 36 KV*

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación, como apartamentada bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con las normas:

- UNE-EN60298 en cuanto a Celdas.
- UNE-EN60265-1 en cuanto a Interruptor de corte en carga.
- UNE-EN60420 en cuanto a Interruptor con Fusibles.
- UNE-EN60129 en cuanto a Seccionador de puesta a tierra.
- UNE-ENG2271-100 en cuanto a Fusibles.
- UNE-EN21339 en cuanto al gas SF₆
- UNE-20324 en cuanto al grado de protección IP.
- UNE-EN50102 en cuanto al grado de protección UK

Podrá ser Sistema Modular o Sistema Compacto. En el Modular cada celda (módulo) tendrá como destino una sola función, estando constituido cada módulo por una envolvente propia que debe ser enlazable con otros módulos o celdas mediante conectores de 630A. En el compacto cada módulo albergará más de una función, debiendo estar constituido por una envolvente propia que, como en el modular, tiene que ser enlazable con otro, sean estos modulares o compactos. No obstante las celdas o módulos instalados en los extremos del conjunto que componen el Centro de Maniobra y Protección en Alta Tensión, tendrán que disponer de obturadores en sus conectores laterales y tapas en chapa pintada del mismo color del conjunto fijada a dichos laterales extremos; o bien estos módulos extremos podrán ser elegidos, dentro del fabricado normal, para que no sean extensibles en su costado correspondientes dentro del conjunto.

Tanto el sistema modular como el compacto serán con aislamiento integral en SF₆, constituida cada envolvente o módulo por una cuba llena de gas SF₆ en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y los embarrados.

Para la descripción y definición de cada celda se distingue para ellas los siguientes componentes:

- a) Aparellaje de maniobra



- b) Juego de barras
- c) Conectores para cables
- d) Elementos de mando
- e) Elementos de control

a) Aparellaje de maniobra

Irà instalado dentro de la cuba rellena de gas SF₆ sellada por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Juego de barras

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexionadas mediante tornillos de cabeza allen con par de apriete igual o superior de 2,8 m x kg según cálculos, diseñado para soportar como mínimo una carga en kg/cm² que, de conformidad con la MIE-RAT 05 punto 5.1, viene determinada por la expresión:

$$\text{Carga Máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{60 \times d \times W} \leq 1200$$

Considerando 1200 como la carga al límite a fatiga del cobre “duro” en kg/cm² y siendo:

- **W**: Módulo resistente de la sección de la pletina de fase dada (cm³);
- **I_{cc}**: Corriente de cortocircuito dada (kA);
- **L**: Distancia entre soportes del embarrado dada (cm);
- **D**: Distancia entre ejes de pletinas dada (cm).

**c) Conectores para cables**

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

d) Elementos de mando

De forma generalizada las celdas de maniobra dispondrán de mandos para el interruptor y para el seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Todos estos elementos deberán ser accesibles en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

e) Elementos de control

Para el caso de mandos motorizados, dentro de estos elementos se indicarán bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, los elementos de control serán accesibles en tensión.

Todas las envolventes deben ser herméticas, pudiendo trabajar cubiertas totalmente de agua durante un tiempo igual o superior a 24 horas. Asimismo las características ambientales del lugar donde vayan instaladas deben disponer de una temperatura comprendida entre -10 °C y +55 °C y una altura máxima sobre el nivel del mar de 1000 metros.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.



Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado.

22.2.2.1.2.- *Envolverte metálica para 52 KV*

A diferencia de las anteriores, estas celdas sólo serán modulares ocupando cada una de ellas una sola función dentro del conjunto que constituye el Centro de Maniobra y Protección, debiendo de cumplir con las normas UNE-EN60694, UNE-EN60298, UNE-EN60056 y UNE-EN60129.

Su instalación será para unas condiciones ambientales de temperatura comprendida entre -5 °C y +40 °C, no siendo superior a +35 °C la media durante un período de 24 horas, y la altitud máxima sobre el nivel del mar no superará los 1000 metros.

En cada una de las celdas se distinguirán los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de barras y seccionamiento, inundado de gas SF₆
- b) Compartimento de interruptor inundado de gas SF₆
- c) Compartimento de cables de potencia
- d) Compartimento de control y mando en B.T.

22.2.2.2. Aparellaje

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:



Nivel de aislamiento asignado	24 kV	36 kV	52 kV
A frecuencia industrial de 50Hz, durante 1 min.	52 kV	70 kV	95 kV
Impulso tipo rayo	125 kV	170 kV	250 kV
Intensidad admisible de corta duración	16 kV	31,5 kV	25 kV
Valor de cresta de la intensidad admisible	40 kV	80 kV	63 kV

Tabla 92. Características de componentes eléctricos según su tensión asignada según MIE-RAT -12.

a) Interruptores- seccionadores

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

b) Interruptor automático

Será en SF₆, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

c) Cortacircuitos fusibles

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

d) Puesta a tierra

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25×5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en A.T.

e) Equipos de medida

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:



Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc, se tendrá en cuenta a lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

f) Transformadores de Potencia

Podrán ser encapsulados en resina y refrigeración forzada por aire, o bien en baño de aceite o silicona con refrigeración natural por aire. La instalación de uno u otro tipo de transformador, se ajustará a lo especificado en Mediciones.

De no indicarse lo contrario, el grupo de conexión será DY11n, con punto neutro accesible y borna de conexión junto a las de las tres fases de B.T. Asimismo, dispondrá de conmutador manual en arrollamientos de A.T., para ajuste de tensiones de entrada de la Compañía Suministradora, según sus normas particulares.

Los transformadores se suministrarán completamente montados y preparados para su conexión, debiendo llevar incorporados todos los elementos normales y accesorios descritos en Mediciones. Se consideran elementos normales, bastidor metálico con ruedas orientables para el transporte, puntos de amarre para elevación, grifo de vaciado y orificio de llenado para los encubados, (estos también llevarán funda para alojar un termómetro), tomas de conexión para la puesta a tierra y placa de características.

Los transformadores encubados serán herméticos, de llenado integral con cuba elástica construida en chapa de acero. Las paredes laterales de la cuba estarán formadas por aletas deformables elásticamente para adaptar su volumen a las dilataciones del líquido aislante y evitar sobrepresiones. Su construcción será conforme a normas UNE-21.428-1, y UNE-EN60.076.

Para estos transformadores se preverá un depósito y canalizaciones de recogida (al mismo desde sus celdas) del líquido aislante; tanto las canalizaciones como el depósito, se construirán enterrados en el Centro de Transformación. La capacidad del depósito será, como mínimo, la necesaria para recoger todo el líquido del transformador de



mayor volumen instalado. Cuando el líquido sea aceite, se preverá una instalación de detección y extinción automática de incendios de conformidad y en cumplimiento de la MIE-RAT 14 (punto 4.1-b.2).

Los transformadores encapsulados serán en resina epoxi polimerizada, clase térmica F, mezclada con harina de sílice y endurecedor; todos ellos, materiales autoextinguibles. Las bobinas, una vez encapsuladas, deberán ser sometidas a ensayo de descargas parciales según EN-60.726, UNE-21.538-1 y UNE-EN60.076.

El núcleo magnético será en banda magnética de grano orientado, laminada en frío, aislada eléctricamente en ambas caras por una capa fina de carlita. Su construcción dará como resultado un perfecto ensamblado entre columnas y culatas (de sección circular prácticamente), fijadas rígidamente mediante perfiles metálicos (en los encubados podrán ser de madera) con pasadores y zunchos de apriete, a fin de obtener un nivel acústico inferior a 80 dB(A) en transformadores hasta 1.600 kVA.

Los devanados de B.T. serán en banda de aluminio, dispuestos en capas separadas (especialmente en los encapsulados) que permitan mejorar su refrigeración. Los devanados de A.T. serán en hilo o cinta de aluminio.

Los transformadores llevarán un sistema de control y protección con prealarma y disparo, que será de temperatura para los encapsulados, y de temperatura y presión del líquido aislante con detección de gases, en los encubados.

Los terminales de B.T. serán del tipo "pala" adecuados a la intensidad nominal del transformador. Los de A.T. serán del tipo "espárrago" para conexión por terminal. Tanto unos como otros serán en cobre, debiendo ir rígidamente unidos y aislados a la estructura del transformador, que les permitirá aguantar sin deformación, los esfuerzos electrodinámicos debidos a cortocircuitos.

Las celdas que albergarán a los transformadores serán (de no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto), en obra civil con tabiques de 100 mm de espesor, rematadas sus cantoneras con perfiles de hierro en U-100. El frente de la celda se construirá mediante puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones mínimas de 500+A, siendo A = frente del transformador, en mm. La altura de la puerta será la del local, disminuida 300 mm, quedando la abertura en la parte superior de la celda. Será fabricada en chapa de hierro ciega de 2 mm de espesor sobre bastidor del mismo material. Irá equipada de cerraduras enclavadas manualmente con los sistemas de apertura de los interruptores de A.T. y B.T. del transformador correspondiente, así como dos mirillas transparentes en material inastillable de 200×300 mm a 1.800 mm del suelo.

Todos los elementos metálicos de las celdas de transformadores (puertas y herrajes) serán pintados en el mismo color de las envolventes de las cabinas de A.T., previo tratamiento mediante dos capas de pintura antioxidante.



Los transformadores, en sus celdas, irán apoyados en perfiles de hierro en UPN-100 o UPN-120 (según la anchura de las ruedas de los transformadores a instalar) empotrados en el suelo, los cuales servirán de guía a las ruedas, permitiendo su acunamiento para inmovilización de los transformadores. Esta fijación de transformadores se hará en tal punto de la celda, que las distancias entre los terminales de A.T. y masas sean como mínimo de $100 \text{ mm} + 6 \text{ mm por kV}$ o fracción de kV de la tensión de servicio, respetándose una distancia mínima entre transformadores y cerramiento de 200 mm.

Cuando los transformadores sean encubados, el suelo de la celda dispondrá de pendientes y sumidero con canalización de $\varnothing 80 \text{ mm}$, hasta el pozo de recogida de líquidos aislantes (aceites o siliconas). En el sumidero, cuando el líquido sea inflamable, se dispondrá de una cesta de malla metálica, recubriéndose el lecho de la celda con cantos rodados para dificultar el paso del aire al sistema de drenaje y conseguir extinguir la llama en caso de incendio.

Para la conexión de circuitos en B.T. a bornas del transformador se instalarán en todos los casos, un juego de pletinas de cobre soportadas por aisladores fijados en apoyos metálicos rígidos, que servirán de paso intermedio entre los cables y las bornas de B.T. del transformador. Desde la pletina de la borna del neutro se derivará, mediante cable aislado 0,6/1 kV, para la puesta a tierra del mismo. Esta "toma de tierra" será independiente eléctricamente para cada uno de los transformadores y también de la utilizada para herrajes.

Todos los transformadores se suministrarán con dos placas de características. Una irá fijada en el propio transformador, y la otra en la puerta de acceso a la celda que ocupa dicho transformador, de tal forma que sea visible sin necesidad de entrar a dicha celda para leerla.

22.2.3. Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.

22.2.4. Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.



Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al afecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Regulación de las protecciones de fase y homopolares.
- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes).
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores.
- Resistencia eléctrica del suelo.
- Tensiones de paso y de contacto.
- Prueba y funcionamiento de enclavamientos eléctricos y mecánicos establecidos.

22.2.5. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

a) Prevenciones Generales

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
- No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo, excepto que sea nebulizada.
- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes y sobre banqueta.
- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.
- Cuando los transformadores de potencia estén o sea posible su acoplamiento en paralelo, se establecerá enclavamiento eléctrico entre las protecciones de Alta Tensión y Baja Tensión de cada uno de ellos; de tal forma que al abrir el



interruptor de protección propio de A.T. se dé ocasión a que automáticamente abra su correspondiente en B.T.

- Existirá enclavamiento por cerradura-llave entre el interruptor de protección en A.T. del transformador de potencia y las puertas de acceso a la celda que aloja a dicho transformador.

b) Puesta en Servicio

- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
- Cuando los transformadores de potencia estén o sea posible su acoplamiento en paralelo, antes de su conexión al CGBT, se comprobará que la tensión (en B.T.) de todos ellos en vacío tiene el mismo valor en voltios.
- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

c) Separación de Servicio

- Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad



personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

d) Prevenciones Especiales

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
- El tarado de relés de fase y homopolares estarán ajustados a las condiciones de la propia instalación, y no será modificado sin causa justificada; yendo siempre acompañado del previo cálculo por el que se cambian las condiciones de seguridad.

22.2.6. Cables de transporte de energía eléctrica (1–52 kV)

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.- *Generalidades*, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) contruidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre de campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **Al** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.



Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

22.2.7. Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir $R_{\text{curvatura}} \geq 10 \times (D+d)$, ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm² aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm² en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

22.2.8. Cables aislamiento con goma Etileno-Propileno (EPR)

Serán para instalación enterrada en lugares húmedos y encharcados, bien directamente o bien alojados en tubos.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 130°C en sobrecarga, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido se seguirán las mismas recomendaciones hechas para el cable XLPE del apartado anterior.

La profundidad a la que deben ir enterrados será como mínimo de 70 centímetros.

Cuando vayan canalizados en tubos, cada uno de estos no alojará más de una terna (3 unipolares de un mismo sistema trifásico), siendo la relación entre el diámetro del tubo (D) y el del conductor unipolar de la terna (d) igual o superior a $D/2d = 2$; $D/d = 4$.

En el caso de ir directamente enterrados, se abrirá una zanja de 60 cm de ancho con una profundidad mínima de 85 cm. El terreno firme del fondo se cubrirá con un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables que de ser unipolares quedarán separados uno de otro 8 cm como mínimo. Sobre ellos se echará una misma capa del mismo material que la cama, con 20 cm de espesor, para posteriormente proceder al relleno de la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que



denuncien la presencia de los cables, en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos a 10 cm una cinta o banda de polietileno color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según norma UNE 48103.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistema de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 15 metros. Las arquetas una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento.

22.3. Grupos electrógenos

22.3.1. Generalidades

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del R.E.B.T) mediante Grupos Electrógenos, tal como es este caso, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrógeno. Los cerramientos interiores del local tendrán una resistencia al fuego RF-120 y cumplirán a estos efectos con lo especificado para zonas de riesgo especial medio en el Código Técnico de la Edificación.

El techo del local que alberga el GE deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Antes del suministro del grupo electrógeno, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de



combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El Grupo Electrónico (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, y chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV o kW.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV o kW.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia para el que se da en kVA la potencia del alternador.
- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en litros/CVxh o litros/kWxh.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

Las chimeneas destinadas a la evacuación de gases de escape, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, serán conducidos a la cubierta del edificio con una sobrealtura de cinco metros con respecto al edificio de mayor altura en un círculo con cincuenta metros de radio.



22.3.2. Componentes

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

22.3.2.1.- Motor Diesel

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá como mínimo de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

22.3.2.2. Alternador

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz. Protección IP-22.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

22.3.2.3. Acoplamiento y Bancada



La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

22.3.2.4. Cuadro de Protección, Arranque y Control

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, Pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

22.3.2.5. Depósito de combustible

Su capacidad se dimensionará para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

22.3.2.6. Juego de herramientas

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc.

22.3.2.7. Documentación y apoyo técnico



Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico.
- Libros de despiece del motor diesel.
- Manual de mantenimiento.
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE.

22.3.3. Normas de ejecución de las instalaciones

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84.

22.3.4. Pruebas reglamentarias en la puesta en servicio

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

22.3.4.1. Funcionamiento Modo Manual en presencia de Red

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

- Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
- Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones .
- Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro general de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro general de Red se procederá a la prueba 4).
- Transferencia manual de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
- Parada del GE.

22.3.4.2. Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red



En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas:

- Fallo total del Suministro de Red.
- Fallo de algunas de las fases L1, L2 o L3.
- Bajada o subida de la tensión de Red fuera de los límites de % establecidos.
- Variación de la frecuencia de la tensión de Red fuera de los límites establecidos.
- Inversión de la secuencia de fases.

En este modo de funcionamiento se realizarán las siguientes pruebas:

- Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las causas anteriores, así como que deberá estar comprendido entre 20 y 30 segundos.
- Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga.

La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 segundos para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

22.3.4.3. Funcionamiento Modo Pruebas

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de Funcionamiento Modo Manual en presencia de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

Pasando a Modo Desconectado, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se deberá parar por sí solo.

Se examinará y verificará el estado de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:

- Conmutador Modos de Funcionamiento: MANUAL, AUTOMÁTICO, PRUEBAS Y DESCONECTADO.
- Pulsadores de: ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN DE CARGAS A RED, CONEXIÓN DE CARGAS A GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO DE ALARMAS, PRUEBA LÁMPARAS Y PARADA EMERGENCIA.



- Lámparas de señalización: PRESENCIA DE RED, PRESENCIA DE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESIÓN ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA.
- Alarmas con identificación: FALLO ARRANQUE AUTOMÁTICO, BAJA PRESIÓN DE ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

22.4. Equipos suministro alimentación ininterrumpida SAI

22.4.1. Generalidades

Su función principal es asegurar la alimentación continuada de energía eléctrica estabilizada y filtrada, sin interrupción a cargas críticas, en las siguientes situaciones de la alimentación de entrada al equipo:

- Corte del suministro eléctrico normal.
- Sobretensiones o subtensiones momentáneas permanentes.
- Picos transitorios.
- Microcortes.

El suministro en salida, a semejanza del de entrada, será corriente alterna senoidal con la misma tensión nominal.

La función principal del S.A.I. deberá estar garantizada durante el tiempo de autonomía especificado en placa de características, mediante la energía almacenada en sus baterías. Así mismo, deberá evitar que ningún corte o variación en los parámetros de la red de entrada, pueda influir en la estabilidad y filtrado de la tensión de salida.

En su fabricación los materiales y componentes utilizados deberán ser nuevos y de suministro ordinario, no pudiendo haber sido utilizados anteriormente, excepto en los propios ensayos de su proceso de fabricación.

Todos los dispositivos electrónicos activos deberán ser sólidos, formando subconjuntos y módulos intercambiables que faciliten el stock y mantenimiento, asegurando al propio tiempo su elevada fiabilidad dentro de los parámetros de utilización.

Dada la importancia creciente de la protección del medio ambiente se deberán tener presentes todas las medidas ecológicas recomendadas, tanto en la construcción como en su concepción tecnológica, y así deberán estar fabricados con materiales reciclables sin PVC u otros plásticos que puedan dañar el entorno. Los embalajes igualmente deberán estar fabricados a partir de materiales reciclables de forma que preserven los recursos naturales.



Su tecnología deberá minimizar las repercusiones en la red, garantizar un factor de potencia equivalente a la unidad, reducir los costes de explotación por alto rendimiento y disminuir al máximo la generación de calor y ruido. Todo esto permitirá obtener la certificación ISO 9.001, de forma que puedan afrontarse con garantías las exigencias comunitarias en materia de protección medioambiental.

Deberán ser concebidos, probados y preparados según las más recientes normas IEC y CEE sobre este tipo de equipos.

Estarán diseñados para aguantar temperaturas ambientales entre 0°C y 40°C con una humedad relativa de hasta el 90% sin condensaciones. Su clase de protección será IP 205.

Para potencias iguales o superiores a 700 vatios, todos los SAIs dispondrán de By-pass estático por avería en el equipo, By-pass manual para mantenimiento y Filtro de Armónicos que disminuyan la reinyección de ellos a la red.

Cumplirán con las normas de seguridad IEC 950 y EN 50091-1-1, con compatibilidad electromagnética conforme a la EN 50091-2. clase A, y sus configuraciones serán según normas IEC 62040-3 y ENV 50091-3.

Todas las señalizaciones serán sobre pantalla de cristal líquido, disponiendo de ellas para:

- Modo funcionamiento.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Entrada.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Salida.
- Tensión e Intensidad de Batería.
- Tiempo real de autonomía.
- Alarma paro inminente.
- Alarma funcionamiento modo Batería.

Deberá disponer de contactos libres de tensión y salidas propias para señalización remota de:

- S.A.I. conectado.
- Funcionamiento modo By-pass, con alarma “acústica-luminosa”.
- Funcionamiento modo batería, con alarma “acústica-luminosa”.
- Baterías descargadas.
- Indicación del tiempo real de autonomía con la carga de ese momento.

Asimismo dispondrá de un módulo de comunicaciones (interface, ordenadores) RS 232 que permita la gestión externa del equipo y una tarjeta de conexión a red informática SNMP.



Hasta la potencia nominal de 700 VA, serán del tipo LINE INTERACTIVE VI con estabilizador de tensión (AVR) y módulo de comunicaciones RS 232 con el correspondiente software para comunicación, con Entrada/Salida: Monofásico/Monofásico. Para potencias superiores será ON-LINE de doble conversión, y conmutaciones automática por fallo intrínseco del equipo, y manual para mantenimiento; pudiendo ser su Entrada/Salida: Monofásica/Monofásica, y Trifásica/Monofásica.

Los S.A.I.s del tipo ON-LINE, no darán lugar a una “separación de circuitos” entre la corriente de entrada y la de salida actuando en “Modo Red Presente”, y cumplirán en todo con lo exigido por la ITC-BT-28 referente a fuentes propias centralizadas de energía para alimentación a Servicios de Seguridad pertenecientes a la categoría “SIN CORTE”.

El nivel máximo de ruido debido a un funcionamiento normal, incluida la ventilación forzada de que debe disponer el S.A.I., no superará los 56 dB a un metro de distancia.

El control de calidad estará asegurado mediante un programa con certificado expedido por AENOR u otra entidad internacional reconocida.

Todos los equipos y componentes suministrados deberán ser productos de catálogo y haber dado pruebas y referencias de un buen funcionamiento, no debiendo generar en la red de entrada (suministro normal) corrientes armónicas, además de bloquear la transmisión de las generadas en la carga. Con los S.A.I. se entregará la siguiente Documentación:

- Manual de Instalación.
- Manual de Utilización.
- Manual de Puesta en Marcha.
- Pruebas de reinyección de corrientes armónicas y factor de potencia en carga.

22.4.2. Características generales

22.4.2.1. Batería de acumuladores

Su capacidad en A/h, ó kWxh será conforme con las necesidades reales establecidas en Memoria y Mediciones. Los acumuladores a utilizar serán de Plomo-Calcio (Pb-Ca), estancos y sin mantenimiento, formada por monobloques de 6/12 V según DIN 40739 o DIN 40741. En caso de ser batería según DIN 40739 deberá estar equipada con tapones de recombinación de gases, con ausencia en 5 años de mantenimiento.

El diseño de la vida de las baterías, en condiciones normales de funcionamiento e instalación, deberá ser como mínimo hasta 10 años con capacidad restante, al menos, del 80%.

Su característica de carga será con compensación de la tensión en función de la temperatura, y el tiempo de carga no será inferior a 4 horas para el 90% de la carga. Irán



instaladas en un armario metálico de color a elegir por la DF y según exigencias de la VDE 0510. Las tensiones nominales, de carga y flotación, serán las indicadas en Memoria y Mediciones. Dispondrán de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, así como de test automático programable y software de gestión y alarma de baterías.

22.4.2.2. Entrada del equipo

Será para conexión a un suministro normal de 3×400 V o de 231 V, con una tolerancia del $\pm 15\%$ en el funcionamiento normal y del $\pm 10\%$ en el By-Pass, para una frecuencia nominal de 50 Hz $\pm 6\%$ y velocidad de sincronismo 1 Hz/s con sincronismo de adaptación.

La forma de onda de entrada deberá ser senoidal y la distorsión armónica que el S.A.I. dé lugar en ella no superará al 8% en corriente, y al 5% en tensión (THD); ambos en valores RMS para cualquier condición y régimen de carga.

Su inmunidad electromagnética será conforme a las normas VDE 0160 y EN 50082-1.

Dispondrá de alarmas para indicar "fuera de límites" de tensión o frecuencia.

22.4.2.3. Salida del equipo

La potencia de carga máxima en kilovatios será la indicada en Memoria y Mediciones para una tensión de 3×400 V o de 231 V según sean trifásicos o monofásicos, permitiendo una sobrecarga del 200% durante siete segundos y del 150% durante un minuto.

La tensión de salida estará regulada en un $\pm 1\%$ con carga estática simétrica, en un $\pm 3\%$ con carga estática asimétrica, y un $\pm 5\%$ con carga dinámica de 0 a 100%.

La distorsión armónica no superará los límites del $\pm 3\%$ para carga lineal, y del $\pm 5\%$ para la no lineal, tanto en tensión como en intensidad, y siempre en valores RMS.

La frecuencia será de ± 50 Hz estando sincronizada con la red de entrada, y su valor no superará los límites del 0,1% con la red ausente (modo batería).

Permitirán el acoplamiento en paralelo hasta de 6 unidades; con el fin de poder satisfacer futuras ampliaciones de demandas crecientes de la carga, así como de necesidades para soluciones de redundancia, superredundancia y redundancia $n+1$.

Dispondrán de alarmas para acusar las sobrecargas y tensión fuera de límites, así como señalización permanente (estando en modo batería) del tiempo de autonomía disponible del suministro al régimen de consumo que está proporcionando.



22.4.3. Tipo de SAIs y características particulares

22.4.3.1. SAI monofásico hasta 700 vatios

Parámetro	Valor
Topología:	line – interactivo/ VI
Autonomía:	20 minutos con una carga de dos PCs
Número de salidas:	2×IEC320C13
Interfaz de comunicaciones:	integrable, Multisistema, RS 232
Puertos telefonía:	2×RJ-11
Temperatura ambiente:	25° C \pm 10°C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad según ISO 9000-9002; Seguridad según EN55022; Radiofonía e Inmunidad según EN50091-2, FCC CIB P-15 S-J, ANSI C62.41 (IEEE587)A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Rendimiento 100% carga:	> 98%
Ruido acústico:	< 40 dB (A)
Tensión de entrada:	231 V c.a.
Tolerancia de tensión:	Paso a baterías con Subtensión de 165 V Sobretensión 270 V
Frecuencia de entrada:	50 Hz \pm 5%
Factor de potencia de entrada:	> 0,99 (al 100% de carga)
Tensión nominal de continua:	12 ó 24 V
Vida media de baterías:	mínimo 5 años
Tiempo de recarga de baterías:	mínimo 2 horas y máximo 10 horas para el 90% de capacidad
Tensión de salida:	231 V c.a. \pm 5% (\pm 2% en baterías)
Frecuencia de salida:	sincronizada 50 Hz (\pm 0,1 %)
Potencia de salida:	550 VA (mínimo)
Factor de potencia de la carga:	desde 0,5 capacitivo hasta 0,5 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	120 % durante 1 minuto
Factor de cresta de la carga:	3:1

Tabla 93. Parámetros del Sistema SAI de hasta 700 W. Elaboración propia.



4.3.2.- S.A.I. monofásico entre 700 y 4.000 vatios

Parámetro	Valor
Topología:	on-line doble conversión VFI
Autonomía:	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
Funcionamiento:	automático, con control manual y comprobación automática de baterías
Autodiagnóstico:	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
Interfaz de comunicaciones:	RS232 (DB9) integrado
Interfaz usuario:	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
Interfaz red:	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
Interfaz SNMP:	mínimo adaptador SNMP
Temperatura ambiente:	de 0° C a 40° C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Ruido acústico:	< 40 dB (A)
Tiempo transferencia:	Nulo
Tolerancia de tensión:	Subtensión de 170V y sobretensión de 276V sin paso a baterías.
Frecuencia de entrada:	50 Hz \pm 5%
Protección sobretensiones:	según EN50082 y conforme IEC801-4
Eliminación EMI:	según EN55022, CISPR 22B
Baterías:	herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
Tiempo de recarga de baterías:	mínimo de 4 horas y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
Vida media de baterías:	mínimo: 5 años
Tensión de salida:	231 V c.a. \pm 1,5%
Frecuencia de salida:	Sincronizada, 50 Hz \pm 0,01% (batería)
Factor de potencia de la carga:	Desde el 0,5 hasta el 1 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	150 % durante 4 segundos
Factor de cresta de la carga:	3:1

Tabla 94. Parámetros del Sistema SAI de 700 W hasta 4.000 W. Elaboración propia.



4.3.3. S.A.I. monofásico y trifásicos entre 4.000 y 30.000 vatios

Parámetro	Valor
Topología:	On-line doble conversión acoplable en paralelo
Autonomía:	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
Funcionamiento:	automático, con control manual de módulos. Comprobación automática de batería, by-pass y silencio de alarmas
Autodiagnóstico:	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
Paso a By-Pass:	automático, por sobrecarga o fallo S.A.I.
Interfaz de comunicaciones:	Dos salidas RS 232 integradas (una para comunicación con PC y otra para sinóptico remoto)
Interfaz usuario:	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
Interfaz red:	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
Interfaz SNMP:	mínimo adaptador SNMP
Temperatura ambiente:	De 0° C a 40° C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad: según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Ruido acústico:	< 56 dB (A)
Rendimiento al 100% de carga:	≥ 91%.
Tiempo transferencia:	Nulo
Tensión de entrada:	231 V c.a. o 400 V c.a.
Tolerancia de tensión:	± 15%
Frecuencia de entrada:	50 Hz ± 5%
Protección sobretensiones:	Según EN50082-1 y conforme IEC801-4/5
Eliminación EMI:	Según EN55022, CISPR 22B
Baterías:	Herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
Tiempo de recarga de baterías:	Mínimo de 4 y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
Vida media de baterías:	Mínimo: 5 años
Tensión de salida:	231 ±1% / 400 ±1%
Frecuencia de salida:	Sincronizada, 50 Hz ± 0,01% (batería)
Factor de potencia de la carga:	Desde el 0,6 hasta el 1 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	150 % durante 1 minuto y 200 % durante 7 segundos
Factor de cresta de la carga:	3:1

Tabla 95. Parámetros del Sistema SAI de 4 kW hasta 30 kW. Elaboración propia.



22.4.4. Características de los locales destinados a alojar los SAI

A todos los efectos estos locales cumplirán con las condiciones establecidas para aquellos afectos a un Servicio Eléctrico según la ITC-BT-30 apartado 8, debiendo disponer de una ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30°C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

22.5. Cuadros de baja tensión

22.5.1. Generalidades

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones mínimas de 1.800×800×400 mm y máximas de 2.100×1.200×1.000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000×550×180 mm y máximas de 1.500×1.000×200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, dispondrán de cerramientos de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

El techo del local que alberga el CT deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos definitivos para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.



Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 e IEC-60439 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

El suministro de todos y cada uno de los cuadros eléctricos llevará anejo un libro de especificaciones con las características técnicas del material que contiene y de las pruebas con resultados obtenidos referentes a:

- Esfuerzos electrodinámicos.
- Rigidez dieléctrica.
- Disipación térmica.
- Grado de protección frente a los agentes externos.
- Funcionamiento de enclavamientos.
- Funcionamiento de protecciones y valores ajustados.
- Verificación de la resistencia de aislamiento total del cuadro.

Todo ello realizado conforme a la norma UNE-EN-60439.1

22.5.2. Componentes

22.5.2.1. Envolventes

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados con dimensiones mínimas de 2.000×800×400 mm y máximas de 2.100×1.200×1.000 mm provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, disponiendo también de puertas traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento



anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 como mínimo. Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

Las envolventes para Cuadros Generales de Distribución (CGD), serán en su construcción, semejantes a las descritas anteriormente, si bien en este caso las dimensiones de los paneles serán como máximo de 2.000×1.000×500 mm, disponiendo de doble puerta frontal, la primera ciega o transparente (según mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad; la segunda atornillada y troquelada para acceso de mandos y elementos de control. Su grado de protección será IP 307 como mínimo.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de



doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA.

22.5.2.2. Aparamenta

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE 20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.
- Limitará la sollicitación térmica generada en el cortocircuito máximo a valores inferiores a los admisibles por el cable que protege.

Una vez elegidos los interruptores automáticos de máxima corriente y sus bloques de relés de corto y largo retardo bajo la condición de que un disparo frente a cortocircuitos sea selectivo con respecto a los previstos aguas arriba y aguas abajo de los mismos, las regulaciones necesarias a realizar de corto retardo (I_m) y de largo retardo (I_r) deberán seguir manteniendo dicha selectividad en el disparo; para ello los valores relativos ajustados entre los diferentes escalones sucesivos de protección deberán ser iguales o superiores a los de las siguientes tablas; salvo que el fabricante de la aparamenta garantice y certifique otros más convenientes:

- Tabla I para circuitos de distribución no destinados a motores

PRIMER ESCALÓN (RELÉS REGULABLES) (A)		SEGUNDO ESCALÓN (RELÉS REGULABLES) (A)		TERCER ESCALÓN (RELÉS FIJOS) (A)		CUARTO ESCALÓN (RELÉS FIJOS) (A)	
$I_{r1} \geq 80$	$I_{m1} \geq 205$	$I_{r2} \geq 50$	$I_{m2} \geq 128$	$I_{r3} = 20$	$I_{m3} = 80$	-	-
$I_{r1} \geq 100$	$I_{m1} \geq 256$	$I_{r2} \geq 63$	$I_{m2} \geq 160$	$I_{r3} = 25$	$I_{m3} = 100$	-	-
$I_{r1} \geq 160$	$I_{m1} \geq 409$	$I_{r2} \geq 100$	$I_{m2} \geq 256$	$I_{r3} = 40$	$I_{m3} = 160$	$I_{r4} = 10/16$	$I_{m4} = 40/64$
$I_{r1} \geq 200$	$I_{m1} \geq 512$	$I_{r2} \geq 125$	$I_{m2} \geq 320$	$I_{r3} = 50$	$I_{m3} = 200$	$I_{r4} = 20$	$I_{m4} = 80$
$I_{r1} \geq 250$	$I_{m1} \geq 644$	$I_{r2} \geq 160$	$I_{m2} \geq 403$	$I_{r3} = 63$	$I_{m3} = 252$	$I_{r4} = 25$	$I_{m4} = 100$

Tabla 96. Selectividad de protecciones en ausencia de motores según UNE 20.460-4-473.



- Tabla II para circuitos de distribución destinados a motores

PRIMER ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		SEGUNDO ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		TERCER ESCALÓN (RELÉS FIJOS)		CUARTO ESCALÓN (RELÉS FIJOS)	
$I_{r1} \geq 144$	$I_{m1} \geq 307$	$I_{r2} \geq 48$	$I_{m2} \geq 192$	$I_{r3} = 16$	$I_{m3} = 120$	-	-
$I_{r1} \geq 180$	$I_{m1} \geq 384$	$I_{r2} \geq 60$	$I_{m2} \geq 240$	$I_{r3} = 20$	$I_{m3} = 150$	-	-
$I_{r1} \geq 225$	$I_{m1} \geq 481$	$I_{r2} \geq 75$	$I_{m2} \geq 301$	$I_{r3} = 25$	$I_{m3} = 188$	-	-
$I_{r1} \geq 288$	$I_{m1} \geq 614$	$I_{r2} \geq 96$	$I_{m2} \geq 384$	$I_{r3} = 32$	$I_{m3} = 240$	-	-
$I_{r1} \geq 360$	$I_{m1} \geq 768$	$I_{r2} \geq 120$	$I_{m2} \geq 480$	$I_{r3} = 40$	$I_{m3} = 300$	-	-
$I_{r1} \geq 450$	$I_{m1} \geq 960$	$I_{r2} \geq 150$	$I_{m2} \geq 600$	$I_{r3} = 50$	$I_{m3} = 375$	-	-
$I_{r1} \geq 567$	$I_{m1} \geq 1.210$	$I_{r2} \geq 189$	$I_{m2} \geq 757$	$I_{r3} = 63$	$I_{m3} = 473$	-	-

Tabla 97. Selectividad de protecciones con presencia de motores según UNE 20.460-4-473.

El tiempo máximo de apertura del interruptor automático por acción de la corriente I_m regulada, debe ser igual o inferior a 0,4 segundos para la tensión del circuito de 230 V (ITC-BT-24, apartado 4.1.1 con esquema TN-S).

El tarado de protecciones de corto retardo (I_m), en el sistema de distribución TN-S, será igual o inferior a la corriente presunta de defecto (I_d) en el extremo del cable más alejado del disyuntor que le protege; debiéndose cumplir que el producto de la I_d por la suma de impedancias de los conductores de protección, hasta el punto Neutro, sea igual o inferior a 50 V; todo ello como cumplimiento de la ITC-BT-24 apartado 4.1.1. Esta condición no es de aplicación a las líneas protegidas en cabecera mediante Dispositivos de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR).

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo (I_r) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omnipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones y en cumplimiento de la ITC-BT-19 punto 2.4, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD NATURAL (amperimétrica, cronométrica o energética), o bien SELECTIVIDAD REFORZADA, conjugando poderes de LIMITACIÓN en los interruptores de cabecera con poderes de corte y solicitaciones térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo (FILIACIÓN). Cuando se esté obligado a establecer SELECTIVIDAD



CRONOMÉTRICA, en la regulación de tiempos de disparo se tendrá muy en cuenta que la sollicitación térmica en el cortocircuito no supere la máxima admisible por el cable que se proteja. Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la Aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones.

En redes reticuladas o en anillo, como pueden considerarse las constituidas por transformadores o grupos electrógenos que alimentan en paralelo a un barraje común, se deberá tener en cuenta la Protección Direccional, a fin de que un cortocircuito en esta red "Seleccione" el interruptor que debe abrir para que el corte afecte a la mínima parte de la red a la que alimentan (SELECTIVIDAD DE ZONA DIRECCIONAL).

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S. No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.

Como excepción se establecerá para Quirófanos, Camas de U.V.I., Salas Exploraciones Especiales, y en general en todas aquellas salas de intervención sanitaria donde se usen receptores invasivos eléctricamente, un sistema de protección de personas definido en el R.E.B.T. en la ITC-BT-38, apartado 2. El transformador utilizado para ello deberá ser en "baja inducción", y dispondrá de pantalla entre primario y secundario; podrá ser trifásico o monofásico, según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando sea trifásico su grupo de conexión será Yd11 con tensiones de $400 \pm 3 \pm 5 \% V$ en primario y 231 V en secundario, siendo la corriente capacitiva máxima entre primario y secundario, en todos los casos (monofásicos y trifásicos) inferior a 80 μA y su potencia no superará los 7,5 kVA. Cuando sea monofásico sus tensiones serán $231 \pm 3 \pm 5 \% V$ en primario y 231 V en secundario. Como complemento se exigirá un Monitor Detector de Fugas con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminoso ajustable; además dispondrá de señalización verde "correcto funcionamiento" y pulsador de parada para la alarma acústica. Cuando el Monitor Detector de Fugas sea por resistencia, la corriente máxima de lectura en c.c. que aportará en el primer defecto no será superior a 150 μA , ni la de fuga en c.a. superior a 20 μA . Estos cuadros "Paneles



de Aislamiento" (PA) dispondrán además de un sistema de barras colectoras para conductores de protección y equipotencialidad, así como disyuntores para protección de los circuitos de distribución.

El Monitor Detector de Fugas dispondrá, en todos los casos, de un Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor, o de un conjunto de monitores con indicación individualizada permitiendo al propio tiempo su Gestión Centralizada, para lo que deberá disponer de canal de comunicaciones además de capacidad de registro en memoria como archivo histórico. Con ello se conseguirá conocer y analizar datos en tiempo real.

El Transformador Separador será conforme a la UNE-20.615 y para unas intensidades iguales o inferiores a un 3% para la de vacío, y a 12 veces la intensidad nominal para la de pico en la conexión.

22.5.2.3. Embarrados y Cableados

En los cuadros CGBT y CGD las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil o pintados en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar concretamente especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 2500 kg/cm^2 (carga al límite elástico) para el cobre "duro". Como cálculo reducido para el cobre "duro", podrán utilizarse la siguientes expresiones:



- Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga apoyada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 2500$$

donde:

- **W**: Módulo resistente de la sección (cm³).
 - **I_{cc}**: Intensidad de cortocircuito (kA);
 - **L**: Distancia entre soportes del embarrado (cm);
 - **d**: Distancia entre ejes de pletinas de fases (cm).
- Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga empotrada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 2500$$

donde:

- **W**: Módulo resistente de la sección (cm³).
- **I_{cc}**: Intensidad de cortocircuito (kA);
- **L**: Distancia entre soportes del embarrado (cm);
- **d**: Distancia entre ejes de pletinas de fases (cm).

Cuando el disparador de “corto retardo” disponga de regulación en tiempo, se comprobará que, para el tiempo ajustado, el barraje no se verá sometido a fatiga en el momento del cortocircuito. De estimarse que el número de pulsos que la temporización admite da ocasión a fatiga del material, la carga máxima admitida como máximo en las expresiones anteriores será 1.200 kg/cm² para barrajes de cobre.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión simplificada por la que puede calcularse la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:



$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

en donde:

- **b** Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.
- **L** Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ($50 \times 2 = 100$ Hz), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias $\left(\frac{f}{50}\right)$ sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde (CP) y su sección no será inferior a 60×5 mm en los CGBTs y de 30×5 mm en los CGDs.

Todo el embarrado irá pintado con los colores indicados en la ITC-BT-19 punto 2.2.4, utilizando el Negro, el Marrón y el Gris para cada una de las Fases (L1, L2 y L3), y el Azul para el Neutro (N).

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores iguales o inferiores a 250 A. Siempre serán con cables flexibles RZ1-K-0,6/1 kV (AS), dimensionado para la intensidad nominal del interruptor y provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. La distribución del cableado dentro del cuadro será en mazos de cables aislados, fijados a la estructura del mismo mediante bridas aislantes de Poliamida 6.6 sobre cama de este mismo material que impida el contacto directo de los conductores con la estructura metálica. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los mismos a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del conductor la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante, aislándose mediante material termotráctil con colores



reglamentarios todas las derivaciones de las barras que sirven para la conexión a la Aparamenta.

La interconexión entre el interruptor general y los disyuntores de cabecera en los cuadros CSs, deberá ser realizada mediante el empleo de barras repartidoras tetrapolares modulares para una intensidad de 160 A, disponiendo las barras de separadores aislantes y envolvente del mismo material, que garanticen una tensión asignada impulsional de 8 kV y 16 kA de intensidad de cortocircuito, siendo conforme a la norma EN60947-1.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 25 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los cables de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro serán del tipo ES07Z1-K (AS), con sección mínima de 6 mm^2 , provistos de terminales a presión para sus conexiones.

Los enlaces de reparto y salida correspondientes a disyuntores de 32, 40, 50 y 63 A se realizarán con cables RZ1-0,6/1Kv (AS) con sección mínima de 16 mm^2 , provistos (como los anteriores) de terminales a presión para sus conexiones.

Cuando el cuadro esté preparado para que la Gestión Técnica Centralizada intervenga en él, todos los contactos libres de tensión (estados), así como los contactores incluidos para órdenes con este fin, serán cableados a bornas de salida mediante conductor de $1,5 \text{ mm}^2$ del tipo ES07Z1-k (AS).

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados que las indicadas en este apartado.

22.5.2.4. Elementos accesorios

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Bornas de Salida.
- Rótulos.
- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.



Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

22.5.3. Paneles de Aislamiento

Estos paneles tienen como objeto el cumplimiento de la ITC-BT-38 apartado 3 para la protección contra contactos indirectos en todas aquellas salas en donde, desde el punto de vista eléctrico, un receptor penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo humano, bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal, es decir, aquellos receptores aplicados que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente, los cuales tiene que conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

La construcción de estos Paneles de Aislamiento (PA) será conforme a la ITC-BT-38 apartado 2.1.3 y a la norma UNE-20.615, siendo su contenido el reflejado para cada uno de ellos en planos de esquemas de los mismos adjuntos al proyecto.

En el diseño y elección de materiales deben tenerse en cuenta que todas las protecciones eléctricas magnetotérmicas previstas en escalones sucesivos deben presentar Selectividad en el disparo frente a cortocircuitos. Esta conclusión se justificará mediante los cálculos oportunos.

Las características eléctricas de los elementos principales incluidos en ellos son:

- *Transformador de Aislamiento.*- Será en baja inducción (igual o inferior a 8000 gauss) y dispondrá de pantalla entre primario y secundario. Su tensión de cortocircuito deberá ser igual o superior al 8%, y la corriente de fuga capacitiva de primario a secundario igual o inferior a 80 microamperios.
- *Dispositivo de Vigilancia de Aislamientos.*- Será del tipo resistivo con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminosa ajustable. Además dispondrá de señalización verde “correcto funcionamiento” y pulsador de parada para la alarma acústica, siendo la máxima fuga en c.a. inferior a 20 microamperios, y la de lectura en c.c. no superará los 150 microamperios, generados por una tensión inferior de 9 voltios. Asimismo dispondrá de salida para Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor o de un conjunto de monitores, con indicación individualizada, permitiendo al propio tiempo su gestión centralizada. Será también condición necesaria que disponga de enclavamientos de alarmas, de tal forma que una vez dada la alarma esta se mantenga aunque desaparezca la causa que la motivó; sólo podrán anularse las alarmas por personal especializado y autorizado para ello.
- *Barras colectoras EE y PT.*- Estarán construidas mediante dos pletinas de cobre de 300 mm de longitud, 25 mm de altura y 5 mm de espesor, con taladros roscados, tornillo y arandela estriada para la conexión de conductores equipotenciales y de protección. Ambas pletinas irán fijadas al bastidor metálico del panel mediante soportes aislados.



22.6. Cables eléctricos aislados de baja tensión

22.6.1. Generalidades

Los cables aislados que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V y sección máxima de 300 mm². De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos para redes de distribución Categoría A.

Los cables para instalación enterrada serán no propagadores del incendio y llama, y reducida emisión de halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **Al** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Negro, Marrón y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde (ITC-BT-19 punto 2.2.4). Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrógenos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las sollicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz. Cuando la



acometida es en Baja Tensión las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% en alumbrado y 5% en fuerza.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19 con la aplicación de la UNE-20.460-5-523. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a $1,5\text{mm}^2$.

Por el tipo de aislamiento, en cuanto a las temperaturas máximas que pueden soportar los cables, éstos se han clasificado en dos tipos:

- Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente 70°C y de 160°C en cortocircuitos con duración igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente 90°C y de 250°C en cortocircuitos con duración igual o inferior a 5 segundos.

22.6.2. Tipo de cables eléctricos y su instalación (ES07Z1-450/750V-AS)

22.6.2.1. Cables Eléctricos para temperatura de servicio 70°C

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 211002, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268, 50.267 y 50.268, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad; su tensión asignada será 450/750 V y la de ensayo 2.500 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4, correspondiendo a la denominación ES07Z1 450/750V (AS).

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los cables se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los mismos y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo *Canalizaciones*. Referente a las canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos o flexibles. Cuando se utilicen flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.



Este tipo de cables serán asimilables en cuanto intensidad admisible a los definidos en el R.E.B.T. con la designación PVC. Por lo tanto, las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la formula aplicable de calentamiento adiabático a un conductor en cobre de este tipo de aislamiento será:
 $I_{cc}^2 \times t = 13225 \times S^2$.

22.6.2.2. Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS)

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268 y 50.267 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio y total ausencia de halógenos; su tensión asignada será 0,6/1 kV, y la de ensayo 3.500 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4 y correspondiendo a la denominación RZ1-0,6/1 kV (AS).

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CGDs, así como entre CGDs y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto, así como unipolares o multiconductores.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de *Canalizaciones*.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un conductor por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura de los cables no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.



Los terminales se acoplarán a los extremos de los conductores de tal manera que no queden partes del material conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del conductor aislado.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los conductores con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T para instalación en Galerías Ventiladas, o la ITC-BT-19, tabla 1 con aplicación de la UNE-20.460-5-523 referente a los coeficientes de corrección. En ambos casos asimilables a los cables definidos en el R.E.B.T. con la designación XLPE.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$ para conductor de cobre, e $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$ para el aluminio.

22.6.2.3. Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación enterrada(RV-0,6/1Kv)

Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123, 50.265 y 50.267 referentes a sus características constructivas, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV y la de ensayo 3.500 V, correspondiendo a la denominación RV-0,6/1 kV.

Estos se enterrarán a una profundidad mínima de 70 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera



superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6,7,8,9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B.T. para aislamiento XLPE

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m e instalándose un solo circuito por tubo. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total $0,7 \times 0,9 = 0,63$) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.

Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.

En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de 5 kg/mm^2 de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado anterior.

22.6.2.4. Cables Resistentes al Fuego para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS+)

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de *Cables Eléctricos* RZ1-0,6/1kV (AS) de este capítulo. Su denominación corresponde a RZ1-0,6/1 kV (AS+).

Cuando estos cables discurren por tramos verticales, de fijación se realizará por cada terna considerando como tal el conjunto de las tres fases (L1, L2 y L3) y del neutro, teniendo en cuenta que una línea o circuito puede disponer de una o de varias ternas.



Los elementos de soporte y fijación en estos casos para los cables RZ1-0,6/1 kV (AS+), han de ser Resistentes al Fuego RF-180.

22.7. Canalizaciones

22.7.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar cables eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material aislante rígido.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material aislante rígido.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material aislante curvable en caliente.
- Tubos en material aislante flexible.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de material aislante pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.

Las canales en material aislante serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los cables en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.



Los tubos rígidos, sean metálicos o de material aislante, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de material aislante flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de material aislante, los flexibles en material aislante con espiral de refuerzo interior en material aislante rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de cables a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla:

Tubo (mm)	Conductor rígido unipolar V-750 (mm ²)							Conductor rígido unipolar 0,6/1 kV (mm ²)				Conductor rígido tetrapolar 0,6/1 kV (mm ²)					
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	8	7	5	4	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	10	8	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	12	10	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	12	10	8	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	12	10	8	7	6	9	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	12	9	8	7	10	9	7	6	3	3	2	2	2	-

Tabla 98. Diámetro de los tubos según tipo de cable de acuerdo a ITC-BT-21.

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$, siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm² como máximo.

22.7.2. Materiales

22.7.2.1. Bandejas

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los cables se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.



En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37-508/88) en acero inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm^2 para la equipotencialidad en todo su recorrido, que irá conectado eléctricamente a ella cada 50 cm como mínimo.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro mínimo de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 35 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de



incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de material aislante rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a $+60^{\circ}\text{C}$, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40°C .

Alto \times ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60\times200	2,7	1,810	22,5
60\times300	3,2	2,770	33,7
60\times400	3,7	3,700	45,6
100\times300	3,7	3,690	57,3
100\times400	4,2	4,880	77,2
100\times500	4,7	6,350	96,6
100\times600	4,7	7,230	116,5

Tabla 99. Tipo de bandeja en función de la carga de acuerdo a [30].

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

22.7.2.2. Canales protectores

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.



Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de material aislante rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones, cumpliendo en su montaje con todo lo indicado para las bandejas metálicas. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de material aislante rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:

Alto × ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50×75	2,2	1,180	6,7
60×100	2,5	1,190	10,8
60×150	2,7	2,310	16,6
60×200	2,7	2,840	22,5
60×300	3,2	4,270	33,7

Tabla 100. Tipo de canal aislante en función de la carga de acuerdo a [30].

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.



22.7.3. Tubos para instalaciones eléctricas

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en material aislante rígidos.
- Tubos en material aislante corrugados.
- Tubos en material aislante corrugados reforzados.
- Tubos en material aislante corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los tubos de acero serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

Tubos de acero de uniones roscadas									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00	-

Tabla 101. Tipos de tubos de acero de unión roscada según [23].

Tubos de acero de uniones enchufables									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55	-

Tabla 102. Tipos de tubos de acero de unión enchufable según [23].

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas. Cuando estos tubos sean accesibles, deben disponer de puestas a tierras.

Los tubos de material aislante rígido serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no



propagador de la llama) y su resistencia al impacto será de dos julios a -5°C . Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes.

Tubos de material aislante rígido									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5	-

Tabla 103. Tipos de tubos aislantes rígidos según [21].

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Cuando los tubos rígidos aislantes sean del tipo “Libre de Halógenos” su resistencia al impacto será de seis julios, debiendo cumplir con la UNE-EN-50267-2.2 y resto de características indicadas para los de material aislante rígido.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los tubos corrugados en material aislante, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 60.423 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-2 y 2-3, así como la UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio a -5°C . Cuando sean del tipo “Libre de Halógenos” cumplirán con la norma UNE-EN 50267-2.2 y su resistencia al impacto será de dos julios a -5°C .

Los tubos corrugados reforzados en material aislante, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios a -5° .

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 500 mm.



El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los tubos para canalizaciones eléctricas enterradas, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en material aislante del tipo corrugado construido según UNE-50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N. Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

Tubos para canalizaciones enterradas									
Ø referencia	-	50	65	80	100	125	160	200	-
Ø exterior/mm	-	50	65,5	81	101	125	148	182	-
Ø interior/mm	-	43,9	58	71,5	91	115	148	182	-

Tabla 104. Tipos de tubos para canalizaciones enterradas según [21].

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar cables se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.
- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.



- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, material aislante rígido o material aislante liso reforzado. En las corrugadas, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.

22.7.2.4. Cajas de registro, empalme y mecanismos

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

22.8. Instalaciones interiores o receptoras



22.8.1. Generalidades

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los cables empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones (definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”) cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

22.8.2. Línea General de Alimentación (LGA)

Enlazará las bornas de B.T. de los transformadores con los interruptores de protección en B.T. de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales (mayorizadas por el coeficiente 1,17) de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT.

22.8.3. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a sobreintensidades cortocircuitos y contactos indirectos de las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Generales de Distribución (CGDs) o Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto.



Cuando estas líneas están realizadas mediante ternas de cables unipolares, el número de cables para el conductor neutro coincidirá con el de ternas, y éstos serán agrupados uno a uno con su terna correspondiente.

22.8.4. Líneas de Derivación de la General LDG e Individuales LDI

Las LGD enlazarán el cuadro CGBT con los Cuadros Generales de Distribución, y las LDI éstos con los Cuadros Secundarios, o bien el cuadro CGBT con los CS cuando no es necesario prever CGD.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSION de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60 y dispondrán de cerradura con llave, así como rejilla de ventilación en material intumescente.

Del mismo modo que para las líneas LGA, cuando estén realizadas mediante ternas de cables unipolares, el número de cables unipolares, el número de cables para el conductor neutro coincidirá con el de ternas, yendo éstos agrupados uno a uno con su terna correspondiente.

22.8.5. Cuadros de protección CGD y CS

Los Cuadros Generales de Distribución están destinados a concentrar en ellos potencias alejadas del CGBT y evitar grandes poderes de corte para interruptores automáticos de pequeñas intensidades, permitiendo con esta topología aprovechar mejor los coeficientes de simultaneidad entre instalaciones, alimentándose desde ellos a los Cuadros Secundarios CS. Por tanto en ellos se alojarán todos los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos de las líneas de acometida a cuadros CS.

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de



corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CGD y CS, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

22.8.6. Instalaciones de distribución

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, cables y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente cables con aislamiento nominal 450/750 V “Libres de Halógenos” protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos. El color del aislamiento de los cables cumplirá con lo establecido para ello en la ITC-BT-19 punto 2.2.4.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser material aislante corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será material aislante corrugado reforzado o del tipo “Libre de Halógenos”, fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o material aislante rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos cuando estos no sean registrables, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Cuando los circuitos distribuidores a puntos de luz y tomas de corriente discurren por pasillos con falsos techos registrables, esta instalación deberá ser realizada con canalizaciones fijadas a paredes inmediatamente por encima de los falsos techos, o a bandejas de uso eléctrico (tensión 230/400 V) por fuera de las mismas, quedando en ambos casos los registros accesibles para el conexionado y paso de cables con los paramentos terminados. Los registros serán para montaje mural.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conectarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.



En las cajas destinadas a alojar mecanismos, no se admitirán ningún tipo de conexión derivada mediante bornas o clemas, que no sea la propia de los mecanismos que en ellas se alojan.

Tanto para los circuitos distribuidores de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarillo-verdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser $2,5 \text{ mm}^2$. Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.

El paso de cables a las canalizaciones y su posterior conexión, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60



cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha.

Las instalaciones en Aparcamientos cubiertos se proyectarán como locales con ventilación suficiente, considerando que dicha ventilación permite su desclasificación como locales Clase I definidos en la ITC-BT-29.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los cables siempre han de canalizarse en tubos o canales.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los cables destinados a distribuciones serán de un hilo conductor único de cobre (U) hasta 4 mm^2 , del tipo “extradeslizante” libre de halógenos. Cuando por cualquier causa se instale cable conductor flexible formado por una filástica de varios hilos muy finos (k), siempre, y para todas sus conexiones a mecanismos y derivaciones, deberá utilizarse terminales apropiados o estañar sus puntas.

22.8.6.1. Distribución para Alumbrado Normal

Comprenderá el suministro, instalación y conexionado de canalizaciones, registros, cables y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente en lavabos o destinadas a Negatoscopios marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación, asimismo estarán incluidas las derivaciones, desde estas cajas, tanto para punto de luz como para la derivación a interruptores, conmutadores de cruce que su ejecución conlleva.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de cables y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro



quedará identificado por un número encerrado en un círculo, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los locales que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) procedentes de Dispositivos con disparo por corriente Diferencial Residual distintos, y también de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de $1,5 \text{ mm}^2$ para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos cables se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección encontrado aguas arriba de la instalación.

22.8.6.2. Distribución para Alumbrado de Emergencia

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo) y Reemplazamiento; este último solo para establecimientos sanitarios, localizado en Hospitalizaciones, Quirófanos, U.C.I, Salas de Intervención, Salas de Curas, Paritorios y Urgencias.

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas incandescentes o fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación, y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 3 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios. Cuando sean del tipo “combinado” con uso especial de vigilancia nocturna, su alimentación será con circuitos de uso exclusivo desde los cuadros de protección del alumbrado normal, siendo el número de circuitos destinado por cuadro a este uso como



mínimo de tres, cada uno de ellos alimentado desde un Dispositivo de corriente Diferencial Residual distinto.

La alimentación de aparatos autónomos de emergencia se realizará generalmente desde los mismos circuitos de distribución que lo hacen para el alumbrado normal de cada local en donde se sitúen los aparatos autónomos de emergencia, de tal forma que han de cumplirse las siguientes condiciones:

- La falta de suministro eléctrico en el alumbrado normal debida a cortes de los dispositivos de protección en locales con alumbrado de emergencia deberán dar como consecuencia la entrada automática de éste en un tiempo igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cuando los locales, siendo de pública concurrencia, tengan el alumbrado normal repartido entre tres o más circuitos de distribución, los aparatos autónomos de emergencia instalados también han de repartirse entre ellos.

Esta forma de instalación descrita para los aparatos autónomos de emergencia, exige la incorporación por cada Cuadro Secundario (CS) de protección, de un dispositivo que impida la descarga de los acumuladores de los aparatos autónomos cuando por razones de funcionalidad hay que producir cortes generales periódicamente para el alumbrado en el CS. Por ello todos los CS dispondrán de un telemando para puesta en reposo y realimentación de los acumuladores de los aparatos autónomos controlados desde él.

Por tanto, a cada aparato autónomo de emergencia se le alimentará con dos circuitos: uno a 230 V rematado con base de mecanismo 2×10 A y clavija apropiada con tensión nominal de 250 V, y otro para telemando rematado en una toma RJ45 hembra, no apantallada y conector macho RJ45. Cuando los aparatos de emergencia sean del tipo “combinado” se le alimentará con un circuito más de 230 V de uso exclusivo para ellos, rematado con base de mecanismo 2×10 A y clavija apropiada con tensiones nominales de 250 V, que serán diferentes y no intercambiables con el otro circuito alimentador a 230 V. con independencia de la solución aquí expuesta, se podrá aceptar cualquier otra siempre que cumpla, en su forma de conexión, la irreversibilidad en las conexiones para los dos o tres circuitos independientes que en uno u otro caso son necesarios para su alimentación.

Todos estos mecanismos, cuando los aparatos de emergencia sean empotrados, quedarán ocultos por encima de los falsos techos, permitiendo ser desconectados a través del hueco que deja el aparato una vez desmontado. El circuito para el telemando se canalizará por tubo independiente del resto de las instalaciones.

Como complemento y herramienta muy práctica en el mantenimiento de los aparatos autónomos de emergencia, es recomendable la incorporación de una Central de Test



mediante la cual podrán realizarse las funciones que a continuación se describen sin interferencias en el funcionamiento de los alumbrados normal y de emergencia:

- Chequeo del estado y carga de baterías correcto de todos los aparatos de emergencia de la instalación.
- Prueba periódica para verificación del paso a estado de emergencia y encendido de la lámpara propia, para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Prueba de la autonomía disponible en acumuladores para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Obtención de un informe impreso relacionando el estado de todos y cada uno de los aparatos autónomos de emergencia.

La inclusión en el proyecto de esta Central de Test quedará identificada en la Memoria y Mediciones del proyecto.

La instalación de canalizaciones y cables será idéntica a la del alumbrado normal, si bien para estos puntos no será necesario el conductor de protección al disponer los aparatos autónomos aislamiento en Clase II.

En cuanto al Alumbrado de Remplazamiento y Fuerza para Servicios de Seguridad, su instalación partirá desde el grupo electrógeno, utilizando cables resistentes al fuego (RZ1-0,6/1kV (AS+)) según UNE-EN 50.200 hasta los Cuadros Secundarios de la zona protegida con estos servicios. Los Cuadros Secundarios estarán situados dentro del Sector de Incendios propio de la zona protegida, y desde ellos se alimentarán las instalaciones de alumbrado que serán realizadas conforme a las descripciones indicadas anteriormente para el Alumbrado Normal, puesto que en este caso ambas instalaciones (Alumbrado Normal y Alumbrado de Remplazamiento), para proporcionar “un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo” (ITC-BT-28, punto 3-3.2), tienen que ser la misma. Además, a las zonas dotadas de Alumbrado de Remplazamiento, se les proyectará una instalación con aparatos autónomos para Alumbrados de Seguridad. Cuando las Salas de Curas estén ubicadas fuera de las zonas donde es exigible el Servicio de Seguridad, el Alumbrado de Remplazamiento estará cubierto por aparatos autónomos especiales del tipo “combinado” situados sobre el mueble de atención al paciente, que proporcionarán una iluminación sobre él de 500 lux, disponiendo de una autonomía de 2 horas. Asimismo, el Alumbrado de Remplazamiento en Hospitalizaciones donde debe garantizarse una iluminación no inferior a 5 lux durante 2 horas como mínimo, se realizará mediante aparatos autónomos de emergencia con autonomía mínima de 2 horas estando todas las instalaciones de estas zonas alimentadas por el grupo electrógeno mediante cables Resistentes al Fuego. Todo ello conforme a la ITC-BT-28 apartado 3.3.2.

Asimismo, para Salas de Intervención y Quirófanos propiamente dichos, así como Camas de U.C.I., se les dotará de “un suministro especial complementario” (ITC-BT-38,



punto 2.2) atendido mediante un S.A.I. (Suministro Alimentación Ininterrumpida) por dependencia o conjunto de camas. Este S.A.I. alimentará las lámparas propias para la intervención y fuerza para equipos de asistencia vital, disponiendo de una autonomía igual o superior a 2 horas.

22.8.6.3. Distribución para tomas de corriente

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección cuyo tubo, cuando sea en material aislante, será distinto de los destinados a los conductores activos.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un cuadrado, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta. Cuando las tomas se destinen a usos informáticos, el número que las identifica irá encerrado en un rombo.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Todas las tomas de corriente igual o superiores a 1.000 VA deberán ser alimentadas con un disyuntor de uso exclusivo.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos será de 2,5 mm², no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

22.8.6.4. Distribución para Alumbrado Público

Será realizada en canalización enterrada a 40 cm de profundidad como mínimo registrada en arquetas situadas junto a la base de los báculos o pasos de calzadas,



separadas como máximo 25 m. La canalización será en tubo de material aislante corrugado reforzado de \varnothing 63 mm, señalizado mediante una cinta que advierte la presencia de cables de alumbrado exterior, situado a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo. Por cada tubo sólo se canalizará un circuito sea este trifásico o monofásico.

Los cables serán unipolares en cobre, designación UNE RV 0,6/1 kV con sección mínima de 6 mm^2 .

Las conexiones entre la red de distribución y los cables de las luminarias, se realizarán siempre en la base de los báculos, para lo cual todos ellos dispondrán a 30 cm del suelo, de una portezuela con llave y protegida contra el chorro de agua, que permita acceder a ellas. En este registro se dispondrá, además de los bornes de conexión, de un fusible de protección de 10 A para la derivación a su luminaria.

No se admitirán conexiones en otros registros que no sean los de las bases de los báculos.

La distribución de los circuitos en el reparto de luminarias, se realizará para establecer un encendido total y dos apagados parciales, debiendo cuidarse que en los dos apagados uno corresponda a un tercio de las luminarias y el otro al resto, quedando la iluminación en ambos bien repartida.

El cálculo de líneas se realizará para circuitos monofásicos con una caída máxima de tensión igual o inferior al 3 % en el punto más alejado. La carga será calculada para la potencia de las lámparas multiplicada por 1,8.

El circuito de enlace entre las luminarias y la placa de bornes de la base del báculo, será RV 0,6/1 kV de $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$.

Todos los báculos se pondrán a tierra mediante un electrodo de acero cobrizado clavado en su arqueta de derivación, enlazándose todos los electrodos mediante un cable de 35 mm^2 en cobre desnudo directamente enterrado por debajo de la canalización. Esta puesta a tierra asociada con los DDRs, garantizarán que la tensión de contacto límite U_L sea inferior a 24 voltios.

El cuadro de protección y encendido, dispondrá de reloj astronómico para un encendido y dos apagados, disyuntores de $2 \times 25 \text{ A}$ para protección de circuitos de salida provistos de Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR) de media sensibilidad y sistema de encendido Manual-Cero-Automático por circuito.

Esta instalación cumplirá en todo con la ITC-BT-09 del R.E.B.T.

22.8.6.5. Distribución de fuerza para Quirófanos, Salas de Intervención y Camas de U.C.I.



Estas distribuciones se refieren a las alimentaciones de tomas de corriente y redes del sistema de protección en locales alimentados a partir de un Panel de Aislamiento (PA), con transformador separador y dispositivo de vigilancia de aislamientos según ITC-BT-38 punto 2.1.3.

Para estos locales, y en todos aquellos en los que se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables, la ventilación prevista para ellos asegurará 15 renovaciones de aire por hora y los suelos serán del tipo antielectrostáticos con una resistencia de aislamiento igual o inferior a $1 \text{ M}\Omega$.

Estas instalaciones serán siempre empotradas, realizadas mediante tubo de material aislante corrugado reforzado, utilizando tubos independientes (con el mismo trazado) para los conductores activos, de los de protección y de equipotencialidad.

Todas las tomas de corriente se instalarán a una altura superior a 130 cm medidos desde el suelo terminado.

22.8.6.5.1. Red de conductores activos

Las tomas de corriente serán de $2 \times 16 \text{ A}$ con toma de tierra lateral, e irán agrupadas en cajas con seis unidades. Las cajas serán de empotrar con tapa en acero inoxidable, estando las tomas distribuidas en dos columnas de tres tomas numeradas en vertical. Cuando en el local exista más de una caja, estas se identificarán con números. Como previsión, en el centro del quirófano se dejará en reserva, con canalización y sin conductores, una toma rematada en una caja metálica estanca empotrada.

Del mismo modo y partiendo del PA se realizarán dos circuitos: uno para lámparas de iluminación general de techo y apliques de bloqueo de paso con tensión a 231 V, y otro alimentado a través de un transformador de seguridad 231/24 V para la lámpara de operaciones; ambos circuitos constituirán el Alumbrado de Reemplazamiento. En camas de U.C.I. este alumbrado estará cubierto por tres lámparas par-halógenas instaladas en el techo.

Los cables a utilizar serán 450/750 V con sección de $2,5 \text{ mm}^2$ para tomas de corriente de $2 \times 16 \text{ A}$; de 10 mm^2 para lámpara de operaciones; de $2,5 \text{ mm}^2$ para lámparas iluminación general de techo en quirófanos y de $1,5 \text{ mm}^2$ para lámparas par-halógenas en U.C.I.

El número de circuitos para tomas de corriente serán dos por caja de seis tomas, debiendo alimentar cada uno a una de las dos columnas de tres tomas; un circuito para Negatoscopio y dos para torretas de techo.

Todos los cables deberán quedar numerados y perfectamente identificados en sus extremos haciendo referencia al disyuntor de que se alimenta.

Cada uno de los Paneles de Aislamiento deberá ser alimentado por un S.A.I.

22.8.6.5.2. Red de conductores de protección



Enlazarán el contacto de tierra de las tomas de corriente con una barra colectora (PT) situada en el PA o caja prevista a tal efecto. Se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde. La sección se calculará para que su impedancia no supere los $0,2 \Omega$, medida entre la barra colectora y su otro extremo, siendo como mínimo de $2,5 \text{ mm}^2$.

Por cada circuito de corriente se instalará un conductor de protección, debiendo quedar perfectamente identificado en sus extremos con las tomas que le corresponde.

22.8.6.5.3. Red de conductores equipotenciales

Enlazarán (de forma visible en su extremo) todas las partes metálicas accesibles desde el local, con una barra colectora (EE) situada junto a la anterior (PT) y a la que se unirá mediante un conductor de 16 mm^2 de sección.

Estos conductores se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde designación H07Z1-K (flexibles) con terminales en sus extremos para la conexión. La sección se calculará para que la impedancia no supere los $0,1 \Omega$, medida entre la barra colectora y la parte metálica conectada, siendo como mínimo de 4 mm^2 .

La conexión del conductor a las partes metálicas se realizará mediante caja de empotrar $23 \times 45 \text{ mm}$ con salida de hilos, placa embellecedora y terminal de conexión.

La diferencia de potencial entre partes metálicas y la barra EE no deberá exceder de 10 mV eficaces.

Para la conexión equipotencial de la mesa de operaciones, el cable a utilizar será de 6 mm^2 de sección como mínimo.

22.8.7. Medidas especiales a adoptar para no interrumpir el suministro eléctrico manteniéndolo seguro.

La aparamenta elegida y el diseño desarrollado para las protecciones eléctricas deben estar especialmente encaminados al cumplimiento obligado de evitar los riesgos por daños que este tipo de instalaciones pueden ocasionar a las personas y bienes inmuebles, conjugando y valorando las necesidades entre el corte del suministro o el mantenimiento del mismo siempre y cuando el riesgo no supere los valores básicos de seguridad establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; debiéndose tener presente que para el uso al que se destina el edificio objeto del proyecto, el corte de suministro eléctrico también puede suponer daños para las personas y bienes inmuebles que, en algunos casos, son juzgados como irreparables.

A tal efecto las medidas a adoptar y propuestas son las siguientes:



- Se ha de diseñar toda la instalación eléctrica para un esquema del conductor neutro TN-S (neutro puesto a Tierra y masas puestas a Neutro con conductor Separado del neutro). Lo que supone disponer para la instalación de una resistencia de puesta a tierra prácticamente despreciable y no variable ($R_t=0$). En esta situación será posible establecer todas las demás proposiciones que siguen.
- En casos de Salas de Intervención (quirófanos, paritorios, UCIs, REAs, exploraciones y tratamientos especiales, hemodinamia, etc.) y en general en toda aquella sala donde el paciente se le introduce un electrodo en el cuerpo a través, de un orificio natural u ocasional, el esquema de neutro para la instalación prevista será el IT, utilizando para ello un transformador separador (usos médicos) y un dispositivo de vigilancia de aislamiento eléctrico. Este sistema es recomendable también para instalaciones, reducidas en su distribución a receptores, tales como Centros de Proceso de Datos.
- La protección contra contactos indirectos se ha de establecer en los primeros escalones de protección mediante los disparadores de “corto retardo” de los interruptores automáticos proyectados, calculados, elegidos y regulados para que en el punto de la instalación donde vayan ubicados, la corriente máxima de defecto a tierra (I_d) no de ocasión a tensiones de contacto (sostenidas más de 0,4 segundos) superiores a 50 Voltios, asegurando al propio tiempo que esta corriente de defecto siempre sea superior a la ajustada (I_m) en los relés de corto retardo de ese circuito; con lo cual se puede garantizar que el interruptor abrirá por la acción de los relés de “corto retardo” ajustados a la intensidad $I_m < I_d$, y la tensión de contacto (U_c) nunca superará los 50 Voltios.
- Asimismo, para los escalones destinados a los circuitos eléctricos alimentadores directos de los receptores en la utilización (últimos escalones), los dispositivos a proyectar para la protección contra contactos indirectos serán mediante Disparo Diferencial por corriente Residual (DDRs) con sensibilidad de 30 mA o 300 mA según sea el uso a que se destina. Así, deben considerarse de 30 mA los utilizados para alumbrado y fuerza tomas de corriente usos varios, y de 300 mA para fuerza tomas de corriente usos informáticos, fuerza ascensores, fuerza climatización, etc., donde se puede asegurar que la continuidad del conductor de protección, se mantiene. También, y como medida cautelar, todos los DDRs de 30 mA se han de proyectar del tipo “Superinmunizado”, siendo preferentemente tetrapolares. No obstante el empleo generalizado de DDRs de 300 mA podría ser aplicado al disponer para la resistencia de puesta a tierra un valor próximo a cero, ya que el sistema de distribución es TN-S, y para él puede tomarse como referencia la norma UNE-20572.1 según ITC-BT-24 punto 4.1.
- En general, todos los DDRs han de estar constituidos por un interruptor automático (del poder de corte apropiado) asociado a un bloque de disparo por corriente de defecto. Sólo se pueden incluir los Interruptores Diferenciales “puros” en puntos de la instalación donde la intensidad de la corriente de cortocircuito presunta está limitada o es inferior a 1 kA, estando destinados a la protección de uno o muy pocos receptores.



- Todos los DDRs de 30 mA previstos para tres o más circuitos alimentadores directos de receptores, han de ser tetrapolares, con lo que las corrientes de defecto debidas a capacidades parásitas de la instalación tienden a compensarse, disminuyéndose con ello notablemente el “disparo intempestivo” de los DDRs.
- Todos los Interruptores Automáticos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos se proyectarán para una Intensidad de Corte Último (I_{cu}) igual o superior a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de la instalación donde va ubicado.
- El diseño de los diferentes escalones sucesivos de protección se debe realizar siguiendo criterios que garanticen la selectividad en el disparo frente a corrientes de cortocircuito (ITC-BT-19, punto 2.4), avalados y justificados mediante la documentación técnica editada por el fabricante de la aparamenta y cálculos que han de acompañarse; siendo el orden para la numeración de escalones en el sentido de “aguas arriba” (primeros escalones) hacia “aguas abajo” (últimos escalones).
- La regulación de las intensidades de disparo en los interruptores automáticos con relés de “largo retardo” (I_r) y relés de “corto retardo” (I_m) han de calcularse para que cumplan con todas y cada una de las siguientes condiciones:
 - Las impuestas por el fabricante de la aparamenta para disponer de Selectividad en el disparo por cortocircuito entre los diferentes escalones de protección. Para ello, también se debe tener en cuenta que en los Cuadros Secundarios y Locales (últimos escalones aguas abajo) los interruptores automáticos proyectados sean con relés fijos (no regulables).
 - Las impuestas por cálculo a fin de que los tramos de circuitos desde el CGBT de llegada de transformadores hasta los escalones con dispositivos DDRs, queden protegidos contra contactos indirectos mediante los disparadores de “corto retardo” de los interruptores automáticos proyectados en los escalones anteriores aguas arriba de la instalación.
 - Que la intensidad regulada en el disparador de “largo retardo” (I_r) sea igual o inferior a la máxima admisible por el conductor que protege, e igual o superior a la calculada para la potencia instalada que alimenta.
- En todos los casos el conjunto formado por el cable y el interruptor automático que le protege, han de asegurar por cálculo para el primero que, frente a un cortocircuito en su extremo más alejado eléctricamente del origen de la instalación, el tiempo de apertura del segundo es tal que la “solicitud



térmica” a la que se verá dicho cable, por tal efecto, es inferior a la garantizada por el fabricante del mismo.

22.8.8. Iluminación de Interiores.

Para su diseño se tendrá en cuenta todas las recomendaciones de la Norma UNE-12464.1 referente al Confort Visual, Prestaciones Visuales y Seguridad, definidos por la Iluminación mantenida (E_m), Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR_L) e Índices de Rendimiento de Colores (R_a).

22.9. Redes de tierras

22.9.1. Generalidades

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto V_d generará una corriente I_d de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la V_d pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión máxima de contacto U_L a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto I_{mc} . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE: $U_L = 65V$ e $I_{mc} = 50\text{ mA}$, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo) $R_m = 65/0,05 = 1.300\ \Omega$.

El R.E.B.T. toma como límite para la tensión de contacto (U_c) **50V** (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5\text{ mA}$.; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto V_d , de lugar a una corriente I_d suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,4 segundos, para una tensión no superior a 230 voltios (ITC-BT-24).

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto U_c superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto I_d sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni



elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de cables a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la solicitud térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos cables podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

22.9.2. Redes de tierra independientes

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

22.9.2.1. Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.



El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm de diámetro, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 10 Ω , estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros, para considerarse independiente.

22.9.2.2. Red de Puesta a Tierra de Servicio

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

- Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
- Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
- Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán, de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.



La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a 8Ω , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de 2Ω .

22.9.2.3. Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con $\varnothing 1,4\text{ cm}$ y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores $62\times 50\text{ cm}$ de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de $25\times 4\text{ cm}$ con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT, permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p.a.t. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizados en tubo aislante.

22.9.2.4. Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.



Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra, intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los 2Ω .

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.
- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizarán las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de calculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación” conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles, utilizando para ello el “Método de Wenner”.

22.9.2.5. Enlace entre las Redes establecidas



Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT los herrajes que forman parte de la Red de Protección en A.T. (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, estudiada la conveniencia de establecer un régimen de Neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del CGBT también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2 ohmios, se deduce que, sea cual fuere la R_t del CT, su unificación con las restantes redes en los puentes de comprobación dará como resultado una Resistencia Global de Puesta a Tierra igual o inferior a 2 ohmios. Esto quiere decir que para corrientes de defecto (I_d) iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará a $V_d = 1000$ V, que es la condición a cumplir imprescindiblemente para mantener la unificación mencionada para un Centro de Transformación de tercera categoría ($I_{cc} \leq 16$ kA) con acometida subterránea.

El valor de $I_d \leq 500$ A deberá ser garantizado por la Compañía Suministradora en función de las condiciones que para el estado del Neutro tenga la red de A.T. con la que suministrará acometida al Centro de Transformación.

22.10. Luminarias, lámparas y componentes

22.10.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

- Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.



- Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
- Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
- Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
- Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
- El cableado interior será con cables en cobre, designación ES07Z1-K-450/750V (AS) aislamiento 450/750 V descritos en el capítulo “CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN” de este PC (salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm², separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
- Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
- Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
- No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
- Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.
- Los destinados a ambos usos de Alumbrado Normal y alumbrado de Remplazamiento, su encendido no será por cebador, y además dispondrán de un fusible aéreo de 2 Amperios por cada luminaria.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.



- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a compatibilidad Electromagnética tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

22.10.2. Tipos de Luminarias

22.10.2.1. Luminarias fluorescentes de interior

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Memoria y Mediciones. La fijación de luminarias, cuando sea necesario, se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco estable a los rayos ultravioleta en polvo de poliuretano polimerizado al horno. Cuando las luminarias sean de superficie, el color del exterior será a elegir por la DF. El ancho estándar para las destinadas a alojar lámparas de 26 y 16 mm, arranque por cebador o rápido, será:



- Luminaria para una lámpara: 190 mm para la de empotrar.
- Luminaria para dos lámparas: 300 mm para la de empotrar y 320 mm para la de superficie.
- Luminaria para tres lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.
- Luminaria para cuatro lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600×600 mm para las de empotrar, y de 560×560 mm para las de superficie.

Los rendimientos de las luminarias de empotrar en función de los diferentes componentes ópticos, serán como mínimo para lámparas fluorescentes lineales, los que se indican a continuación:

a1) Componente óptico doble parabólico aluminio especular.

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 1×35W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 56% (con macrocelosía el 71%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 70%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 74%.

b1) Componente óptico doble parabólico aluminio mate:

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 64% (con macrocelosía el 70%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 60%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 67%.

c1) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 69%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 60% (con macrocelosía el 64%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 55%.

Cuando las lámparas sean compactas TC-L, los rendimientos mínimos serán los siguientes:



a2) Componente óptico doble parabólico aluminio especular:

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 63%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

b2) Componente óptico doble parabólico aluminio mate.

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 49%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

c2) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 50%.

Las luminarias cónico-circulares fluorescentes serán para una o dos lámparas compactas cortas de hasta 26 W. Será fabricada en chapa de acero pintado con reflector de policarbonato autoextinguible de alta reflexión y cristal transparente decorativo. Sus dimensiones máximas serán Ø 180 mm, por 240 mm de altura para lámparas verticales incluido el equipo, y de 150 mm de altura para lámparas horizontales en las mismas condiciones.

Los rendimientos de las luminarias cónico-circulares para lámparas compactas cortas, serán como mínimo los que se indican a continuación:

a) Con reflector abierto:

- Luminaria de 1×18W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

b) Con reflector y cierre de cristal:

- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

c) Con reflector limitador del deslumbramiento (darklights).

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 51%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 53%.



22.10.2.2. Regletas industriales y luminarias herméticas para interior

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color a elegir por la DF estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, grado IP-65. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

22.10.2.3. Aparatos especiales y decorativos para interior

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par 38, Par halógena, Vapor de Mercurio o Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior. Cuando deban llevar equipo de encendido, todos serán en Alto Factor.

Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.

22.10.2.4. Aparatos autónomos para alumbrados de Emergencia y Señalización

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de ambos alumbrados, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10 m.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para



fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.
- Alumbrados de emergencia y señalización combinados.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.
- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandables y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.

22.10.2.5. Luminarias de Alumbrado Público y sus soportes

Se incluyen únicamente las destinadas a iluminación de viales y pasos peatonales. Todas ellas cumplirán con la ITC-BT-09 en sus puntos 6,7 y 8, así como con las normas UNE que en ellos se indican.

Para la determinación del tipo de luminaria, altura de postes y báculos, así como clase de lámpara, se tendrá muy en cuenta las normas particulares y entornos del lugar donde vayan a ir instalados. Todos estos condicionamientos, cuando existan, vendrán justificados en la Memoria del Proyecto. De no especificarse lo contrario, este tipo de alumbrado se realizará con luminarias reflectoras para montaje sobre báculo en viales, y luminarias ornamentales sobre poste en áreas peatonales. Todas ellas para lámpara de descarga de forma elipsoidal o tubular. No se admitirán lámparas que tengan filamento (incandescencia y luz mezcla).

La disposición de luminarias en los viales proporcionará unos niveles medios de iluminancia de 15 lux con una uniformidad del 0,3.

En pasos peatonales y jardines, las zonas iluminadas dispondrán de 7 lux con una uniformidad del 0,2.

La elección de luminaria, distancia entre ellas y altura de báculos y postes, deberá justificarse mediante los cálculos correspondientes.

Las luminarias reflectoras serán en fundición de aluminio inyectado con reflector de reparto asimétrico en chapa del mismo material pulido, electroabrillantado y anodizado. Podrán ser abiertas o cerradas según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando lleven sistema de cierre, será del tipo cubeta transparente en policarbonato con junta de estanqueidad y cierres de acero protegido por baño electrolítico. Llevarán incorporado el equipo de encendido, siempre en A.F. y con portalámparas de porcelana.



Su grado de protección deberá ser Clase II-IP 55. El acabado será en pintura electrostática en polvo polimerizada a alta temperatura.

Las luminarias ornamentales corresponderán con el tipo descrito en Memoria y Mediciones, siempre con difusor en policarbonato, equipo de encendido en A.F. incorporado y portalámparas de porcelana. Su grado de protección será Clase II-IP 55.

Los báculos, postes y brazos murales que sirven de soporte a las luminarias, serán en chapa de acero galvanizada en caliente. Los báculos y postes dispondrán en su base (a 300 mm como mínimo del suelo) de una portezuela de registro para conexiones y protecciones eléctricas, cuyo grado de protección, una vez cerrada, ha de ser IP-44 como mínimo.

La conicidad será del 13% y el diámetro mínimo de la base 142 mm para báculos de 6 m y 130 mm para postes de 4 m. La inclinación del brazo en los báculos respecto a la horizontal podrá ser de 3° a 15° con un radio de curvatura de 1 m y su longitud de 1,5 m hasta 6 m de altura, y de 2 m para los de mayor altura. El espesor de la chapa con la que han de ser contruidos será de 3 mm hasta los de 9 m de altura, y de 4 mm para los de mayor altura.

22.10.2. Componentes para luminarias

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobretudo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

22.10.3.1. Reactancias o balastos

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma



lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón. Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.

La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

1. Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
2. Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
3. Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
4. Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio y tapas de poliamida con fibra de vidrio grado de protección IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP655. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán impreso y de forma indeleble, el esquema de conexionado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93) referentes a Radiointerferencias, no produciendo perturbaciones en las instalaciones de infrarrojos anejas. Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Las instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretodo en cuanto al



número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los cables entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

Los índices de eficacia aplicados a balastos para lámparas fluorescentes están reflejados en la siguiente tabla.

Tipo Lámpara	Potencia (W)		Eficacia según Clase (%)		
	50 Hz	HF	A2 BAT	A2	A3
Lineal	18	16	87,7	84,2	76,2
	36	32	91,4	88,9	84,2
Compacta 2 tubos	18	16	87,7	84,2	76,2
	24	22	90,7	88,0	81,5
	36	32	91,4	88,9	84,2
Compacta plana 4 t	18	16	87,7	84,2	76,2
	24	22	90,7	88,0	81,5
	36	32	91,4	88,9	84,2
Compacta 4 tubos	18	16,5	87,7	84,2	76,2
	26	24	90,7	88,0	81,5
Compacta 6 tubos	18	16	89,8	86,8	78,6
	26	24	91,4	88,9	82,8

Tabla 105. Valores de eficacia para balastos electrónicos según CE 245/2009.

Para el cálculo del índice de eficacia de los balastos regulables clase A1, se tiene que obtener con una regulación para el 100% de su flujo magnético. Se comparan con los valores de la tabla anterior clasificándose de la siguiente manera.

Clase de balastro regulable	Correspondencia con flujo al 100%
A1 BAT	A2
A1	A3

Tabla 106. Clases de balastos electrónicos regulables según CE 245/2009.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto los balastos deberán ser Clase A2 para los electrónicos.

22.10.3.2. Lámparas fluorescentes

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al Ra=80.



22.10.3.3. Lámparas fluorescentes compactas

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo 2G11.
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo G23.
- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo G24d-1/d-2/d-3.

22.10.3.4. Lámparas de descarga de forma elipsoidal

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halogenuros Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de V.M.A.P., de 100 lm/W en las de V.S.A.P. y de 75 lm/W en las H.M.

Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 ($R_a > 60$).

22.10.3.5. Lámparas varias

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena B.V., reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc.

Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.



22.11. Pararrayos

22.11.1. Generalidades

Esta instalación tiene como objetivo la protección del inmueble y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y, consecuentemente, descargas peligrosas para personas y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos de puntas, tipo Franklin con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- R.E.B.T.
- Norma: NTE - IPP (pararrayos).
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección de estructuras contra el rayo.
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE-21.185.

22.11.2. Componentes

22.11.2.1. Cabeza captadora

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizará mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

Para la determinación del volumen protegido, se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

22.11.2.2. Mástil

Será en tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los enlaces mediante dos tornillos con tuerca y arandelas planas de presión.

El sistema de anclaje podrá ser mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en caliente y recibidos con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se utilizarán como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.



Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3 m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

22.11.2.3. Elementos de puesta a tierra

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra, que serán como mínimo dos por cabeza captadora.

El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm² de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizará por el interior del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra. Podrá hacerlo directamente por fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de longitud Ø 24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo M-6×30 con taco de plástico.

En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de Ø 60 mm y 3 m de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 ohmios.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el Pararrayos ha de disponer, esta se enlazará con la de la estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotará al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constará de:

- Instalación Captadora: tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico. Irá instalada encima de la cubierta siguiendo las aristas de la misma y formando una retícula de malla no superior a 10x10 m que cubrirá toda la superficie. Esta malla estará realizada con varilla de cobre de 8mm de Ø, fijada al edificio mediante soportes conductores roscados provistos de abrazadera para la varilla, siendo la distancia entre soportes igual o inferior a 1 metro.
- Derivador: es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta a tierra. El número de derivadores a tierra será como mínimo la longitud del perímetro exterior de la cubierta en su proyección sobre el plano, dividido



entre 15. Es decir, uno cada 15 metros del perímetro exterior proyectado de la cubierta sobre el plano. Estará realizado del mismo modo que la instalación captadora, utilizando varillas de cobre de 8 mm y soportes conductores roscados provistos de abrazadera, siendo la distancia entre ellos igual o inferior a 1 metro.

- Electrodo de puesta a tierra: su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto por un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado fuera de la cimentación, recorriendo todo el perímetro de la fachada del edificio, y al que se conectarán todos los derivadores utilizando para ello soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra irá enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura en los mismos y cada uno de los puntos en donde el electrodo de puesta a tierra se une a los derivadores.

En función de la altura del edificio, la instalación captadora podrá ir dotada de puntas de captación.

Cuando los edificios sean extensos y de poca altura donde necesariamente se han de utilizar más de un pararrayos sobre mástil, en el caso de necesitarse protección superior a Nivel 1, se utilizarán las bajantes de los pararrayos como derivadores de la instalación captadora adicional de las "medidas especiales complementarias".



PLANOS



23. Distribución por plantas

El Complejo Hospitalario cuenta con 7 niveles diferentes. Existen 3 niveles subterráneos principalmente destinados a servicios al Complejo Hospitalario (cocina, tratamiento de gases, almacén...), una planta a nivel de calle y 3 niveles por encima del nivel de calle.

En cuanto a la topología de la instalación, se han tenido en cuenta las características arquitectónicas del edificio para la ubicación de los Centros de Transformación CT, Grupos Electrógénos GE, Cuadros Generales de Baja Tensión CGBT y Cuadros Generales de Distribución CGD.

Al haberse previsto tres Centros de Transformación diferentes, las potencias de carga han sido repartidas en ellos de la siguiente forma.

- El Centro de Transformación CT-1 se ha situado en el Edificio de Servicios alimentando a todos los cuadros cuyo primer dígito es el cero.
- El Centro de Transformación CT-2 se ha situado en el nivel -2 junto a dormitorios de Médicos y frente a Radioterapia, proporcionando suministro eléctrico a todos los cuadros y tomas cuyo primer dígito es par (2, 4, 6, 8 y 10).
- El Centro de Transformación CT-3 se ha situado el nivel -2 contiguo a dormitorios de médicos y frente a radiología y urgencias infantiles. El CT-3 proporciona suministro eléctrico a todos los cuadros y tomas cuyo primer dígito es impar (1, 3, 5, 7 y 9).

Cada uno de los Centros de Transformación dispone de un Cuadro General de Baja Tensión y de Grupo Electrógeno propio asociado, cuyas denominaciones son CGBT-1 y GE-1 para el CT-1, CGBT-2 y GE-2 para el CT-2, siendo las de CGBT-3 y GE-3 para el CT-3.

Los Cuadros Generales de Distribución están situados en las montantes eléctricas, en locales de uso exclusivo en el nivel -1. Desde estos CGD, se alimentan los Cuadros Secundarios CS destinados al alumbrado y fuerza tomas de corriente. Además existen CGD destinados a usos específicos tales como fuerza equipos Radiológicos, Central de Esterilización, Ascensores, Climatización, etc., cuya ubicación está en la propia zona de su uso.

La denominación de los CGD de montantes eléctricas, disponen de un solo dígito que corresponde con el dígito de la montante a la que presta servicio. Los destinados a fuerza usos específicos disponen de dos dígitos, el primero hace referencia a la Montante (zona donde está situado) y el segundo al nivel de planta, añadiéndole caracteres que definen su destino si fueran necesarios (RX para Radiología, AS para Ascensores, EST para Esterilización...).



Desde los CGBT se alimentan los Cuadros Generales de Distribución CGD y Tomas Eléctricas TE de gran potencia, y desde los CGD se realiza la alimentación a los Cuadros Secundarios CS y Tomas Eléctricas TE de menor potencia.

La denominación de los Cuadros Secundarios CS se ha realizado mediante tres dígitos:

- El primer dígito corresponde con el del cuadro CGD que lo alimenta.
- El segundo dígito corresponde con el nivel de la planta donde va instalado.
- El tercero dígito corresponde al ordinal que se le asigna dentro del conjunto que forma parte. T

Todos estos cuadros están situados dentro del sector de incendios al que pertenece la zona de planta que él alimenta, y disponen de puerta abisagrada con cerradura por llave.

En los planos de planta de la instalación eléctrica se han empleado diferentes identificaciones para cada tipo de toma eléctrica y punto de luz de acuerdo a los usos a los que se destinen.

- Las líneas destinadas para alumbrado han quedado señalizadas cada una de ellas en los planos por un número encerrado en un círculo.
- Las líneas fuerza terminadas en tomas eléctricas destinadas para usos varios están indicadas con un número encerrado en un cuadrado.
- Las tomas de corriente para usos informáticos son designadas mediante un número encerrado en un rombo.

Asimismo queda identificado mediante una letra minúscula el interruptor manual de accionamiento local y el punto o puntos de luz que este enciende y apaga.

La situación, disposición y zona que a cada uno de los Cuadros Secundarios CS se les ha destinado en los planos de planta, se han estudiado de conformidad con las unidades funcionales hospitalarias establecidas en dicha planta. De esta forma una unidad no comparte cuadro con ninguna otra.

Con el fin de distinguir claramente la zona que es alimentada por cada Cuadro Secundario CS, han sido limitadas dichas zonas en planos de planta mediante líneas a trazos.

Cuando dentro de una misma zona alimentada por un Cuadro Secundario se ha necesitado proyectar otro Cuadro Secundario CS o un Cuadro General de Distribución CGD destinado a un uso específico e independiente del uso hospitalario que tiene esa zona, sus líneas de distribución y puntos que alimenta se les ha identificado con números romanos.



24. Planos del Complejo Hospitalario

Los planos del Complejo Hospitalario son los siguientes.

- Plano del nivel -2.
- Plano del nivel -1.
- Plano del nivel 0.
- Plano del nivel 1
- Plano del nivel 2.
- Plano del nivel 3.
- Plano del Centro de Transformación.
- Plano del local del Centro de Transformación CT-2 y GE-2.
- Plano del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

En el nivel -3 no existe ninguna carga asociada a los Cuadros Generales de Baja Tensión CGD-4 y CGD-6.

Los planos se adjuntan de forma independiente para facilitar su lectura.



PRESUPUESTO



25. Centro de transformación

A continuación se detalla el presupuesto correspondiente a la parte de la instalación eléctrica del Complejo Hospitalario que se trata en este Proyecto Fin de Grado y que se corresponde con la parte del Centro de Transformación CT-2 y Grupo Electrógeno GE-2, Cuadros Generales de Distribución CGD-4 y CGD-6 y las cargas dependientes de estos. El presupuesto correspondiente al centro de transformación es el siguiente.

<i>Código</i>	<i>Nat</i>	<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
CENTRO DE TRANSFORMACION						
SC1601	Capítulo		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,00	284.111,35	284.111,35
E0020101	Partida	Ud	Cabina metál. entrada-salida SF6	2,00	2.225,42	4.450,84
			Cabina metálica para Llegada o Salida, gama SM6, tipo IM 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, juego de barras, soporte para cables de M.T., tres captadores con piloto luminoso y mando CIT, Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020109	Partida	Ud	Cabina met. protec. trafo SF6	3,00	9.989,35	29.968,05
			Cabina metálica para Protección de Transformador, gama SM6, tipo DM1 400-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, interruptor automático SF1 con relés VIP201, juego de barras, tres captadores con piloto luminoso, mandos CS1 y RI. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020103	Partida	Ud	Cabina metálica remonte SF6.	1,00	749,01	749,01
			Cabina metálica para remonte de cables gama SM6, tipo GAME, de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo, juego de barras, soporte para cables de M.T.Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020302	Partida	Ud	Puentes A.T. trafo.	3,00	719,65	2.158,95



			Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020306	Partida	Ud	Sist.cabl.ventilad.p/trafos	3,00	166,35	499,05
			Cableado para alimentación de ventiladores de los transformadores de potencia. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020305	Partida	Ud	Sist.cabl.control temp.trafos	3,00	76,19	228,57
			Cableado para sistema de aviso y disparo por temperatura de los transformadores de potencia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020320	Partida	Ud	Sistema cableado enclavamiento electrico	3,00	115,77	347,31
			Sistema de cableado para enclavamientos y disparo de los interruptores de transformadores en M.T. y B.T, completo de accesorios, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020303	Partida	Ud	Protección de celdas trafos.	33,00	1.149,30	37.926,90
			Proteccion desmontable de chapa ciega con mirilla, doble hoja, para celdas de transformadores, según Pliego Condiciones, incluso herrajes para cantoneras de tabiques, todo ello pintado al esmalte; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050107	Partida	MI	Cond. DHZ1-12/20 kV 1x240mm ² Al	1.100,00	8,38	9.218,00
			Conductor DHZ1-12/20 kV 1x240 mm ² Aluminio, BICC General o equivalente, VULPREN, aislamiento EPR, según normas: UNE-21123, UNE-21147.1 y .2, IEC-754.1 y .2, IEC-502, RU-3305-C; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220132	Partida	MI	Bandeja met. c/tapa Sendz 60x200	1.100,00	29,19	32.109,00



			Bandeja metálica con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020422	Partida	Ud	Kit terminal enchufable 12/20 kV	9,00	480,71	4.326,39
			Kit terminal enchufable 12/20 kV para cable de aluminio de 240 mm ² , K440TB-P-240M-12-1, todo ello instalado, conectado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020317	Partida	Ud	Carriles soporte transformador	3,00	112,38	337,14
			Juego de dos carriles para soporte de transformador constituido por perfil U-100 empotrado en el suelo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020313	Partida	Ud	Conjunto elementos auxiliares	1,00	977,83	977,83
			Conjunto de elementos auxiliares para señalización, prevención y maniobra del centro de transformación, según Memoria y Pliego de Condiciones, incluso tablero con protección transparente conteniendo esquema eléctrico de la instalación, placa de primeros auxilios, placa de cinco reglas de oro, reglamento de servicio, etc; todo ello instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020315	Partida	Ud	Extractor helicoidal mural II 12300 m ³ /h	1,00	590,86	590,86
			Extractor helicoidal mural de SOLER & PALAU o equivalente, con motor monofásico a 230 V, 980 W, 1.320 rev/min y 12.300 m ³ /h, modelo HCBB/4-560/H, completo de accesorios de unión y fijación, con persiana PER-560 W, cajón metálico de descarga y termostato de regulación, incluso circuitos de alimentación eléctrica y control, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020314	Partida	M2	Red equipotencial del suelo.	75,00	9,94	745,50
			Red equipotencial del suelo en el Centro de Transformación mediante un emparrillado en toda la superficie, formado por redondo de 4 mm de diámetro en hierro, con soldaduras en los cruces, enterrado a 10 centímetros del suelo terminado y conectado a la red de tierra de Protección en A.T.; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			



E0020312	Partida	Ud	Red puesta a tierra Prote.AT.	2,00	1.350,37	2.700,74
			Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión para todos los componentes metálicos soporte de las instalaciones y red equipotencial del suelo, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020311	Partida	Ud	Puesta a tierra neutro trafo	3,00	579,00	1.737,00
			Puesta a tierra de neutro de transformador realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E02909	Partida	Ud	Batería fija condensador 110 kVAr 440V	3,00	1.566,28	4.698,84
			Batería fija de condensadores 110 kVAr 440 V 50 Hz, MERLIN GERIN o equivalente, ref. VARPLUS H 52477, formado por condensadores montados base contra base sobre zócalo metálico, grado de protección IP31; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E02910	Partida	Ud	Batería condensador 405 kVAr 400V	3,00	10.820,45	32.461,35
			Batería automática de condensadores 405 kVAr 400 V 50 Hz, MERLIN GERIN o equivalente, ref. RECTIMAT 2 52623, montado en armario de chapa con rejilla de ventilación, grado de protección IP31, incluso transformadores de intensidad y suma e interruptor automático 4x630 A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E010110	Partida	Ud	PC1.- Trafo resina epoxi 1.600kVA 15.000/420 V	3,00	39.293,34	117.880,02



			<p>PCI.- Transformador trifásico de potencia MERLIN GERIN-TRIHAL o equivalente, según Memoria y Pliego de Condiciones, encapsulado en resina epoxi, clase F, según CEI-726, con sondas, ventilación forzada, armario de control y disparo por temperatura, ruedas y demás elementos accesorios, y las siguientes características: Potencia, 1.600 kVA; tensión primario, 15000 V $\pm 5 \pm 7.5\%$; tensión secundario, 3x420/242 V; frecuencia, 50 Hz; tensión de cortocircuito, 6%; grupo conexión Dy11 n; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)</p>			
			SC1601	1,00	284.111,35	284.111,35

Tabla 107. Presupuesto Centro de Transformación. Elaboración propia.



27. Grupo electrógeno

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
GRUPO ELECTRÓGENO						
SC1602	Capítulo		GRUPO ELECTRÓGENO	1,00	496.157,72	496.157,72
E0010215	Partida	Ud	Grupo electrógeno 1450 kVA (emergencia)	2,00	180.638,49	361.276,98
			Grupo Electrógeno con motor diesel MITSUBISHI tipo S12R-PTA o equivalente, turboalimentado, con una potencia en continua de 1110 kW y 1210 kW en emergencia al volante a 1.500 rev/min, y alternador trifásico LEROY SOMER tipo LSA50.1M7 o equivalente de 1325 kVA en continua y 1450 kVA en emergencia a 50 Hz y tensión de 3x230/400 V, provisto de arranque y parada automáticos por fallo o vuelta del suministro normal, autorregulado provisto de radiador separado para instalar fuera de la bancada del grupo, resistencia de calentamiento para el agua del circuito de refrigeración, flexible de escape, fuelle de canalización de aire entre el radiador del grupo y la rejilla de salida, silenciadores de gases de escape, cuadro eléctrico de control, maniobra y protección mediante un interruptor automático de 4x2500A, baterías, depósito de combustible de 3000 litros, antivibradores, etc.; legalizado, instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0010240	Partida	MI	Chimenea doble salida de gases.	45,00	731,71	32.926,95
			Chimenea doble para salida de gases procedentes de la combustión, construida en tubo de acero inoxidable de alta calidad AISI 304 o 316, tipo DINAK o equivalente de 600 mm, incluyendo parte proporcional de codos, fijaciones, abrazaderas, etc, partiendo desde el silenciador y con capuchón final antilluvia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00102421	Partida	Ud	Silencioso de relajación 1E/2S	1,00	16.859,93	16.859,93
			Conjunto de silenciadores de relajación (1 de entrada y 2 de salida) y rejillas para el aire de ventilación del grupo electrógeno; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E024701	Partida	Ud	Circuito mando y alimentación GE	2,00	1.549,22	3.098,44



			Circuito de mando y alimentación a elementos auxiliares incluido detectores de tensión, para arranque, parada, conmutación y maniobra del grupo electrógeno, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E160201	Partida	Ud	Cuadro control y acoplamiento en paralelo	1,00	44.246,44	44.246,44
			Cuadro de control sincronismo, maniobra y acoplamiento para dos grupos electrógenos, conteniendo todos los elementos propios de sus funciones, incluso detectores de tensión y dos interruptores automáticos magnetotérmicos 4x2500 A motorizados, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E160207	Partida	Ud	Transporte y montaje GEs	2,00	18.335,95	36.671,90
			Transporte y montaje "insitu" de todos los componentes de la instalación del grupo electrógeno, incluso pruebas, preparación del personal en el manejo, documentación técnica, impuestos, etc.; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E024801	Partida	Ud	Puesta a tierra neutro G.E.	2,00	538,54	1.077,08
			Puesta a tierra de neutro de alternador de grupo electrógeno realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
			SC1602	1,00	496.157,72	496.157,72

Tabla 108. Presupuesto Grupo Electrógeno. Elaboración propia.



28. Cuadros y aparamenta eléctrica

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA						
SC1603	Capítulo		CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA	1,00	1.058.910,53	1.058.910,53
E0981	Partida	Ud	Panel metálico 2100x1200x1000 mm	3,00	1.522,10	4.566,30
			Panel metálico de 2100x1200x1000 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente instalado y fijado en bancada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0980	Partida	Ud	Panel metálico 2100x1000x1000 mm	11,00	1.407,59	15.483,49
			Panel metálico de 2100x1000x1000 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente instalado y fijado en bancada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1102	Partida	Ud	Panel metálico 2000x900x500 mm	15,00	966,41	14.496,15
			Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la aparamenta a contener, estará pintado al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 2000x900x500 mm., grado de protección IP 307, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0090112	Partida	Ud	Cofret met.emp. p/trans. 6f 216m	75,00	424,94	31.870,50



			Cuadro para montaje empotrado enteramente metálico, pintado en blanco, con dos puertas, la primera de ellas de frente transparente y bloqueada por cerradura, la segunda fijada por tornillos y troquelada para maniobra de aparamenta, con todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a contener y de dimensiones, como mínimo 1160x825x120 mm, capacidad 6 filas y 216 módulos de 18 mm, distancia entre perfiles 150mm, grado de protección IP 31; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0090150	Partida	Ud	Cuadro empotrar aislante 2f 24m	245,00	57,60	14.112,00
			Cuadro eléctrico de material aislante para montaje empotrado, GEWISS o equivalente, serie 40CD, ref. GW40231, de color blanco, con dos puertas, la primera de ellas de frente transparente color gris humo, la segunda fijada a presión y troquelada para maniobra de aparamenta, con todos los elementos de fijación y accesorios para la aparamenta a contener y de dimensiones 310x330x80 mm, capacidad 2 filas y 24 módulos de 18 mm, grado de protección IP 40, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E2708	Partida	Ud	Barraje con pletina Cu. 100kA	15,00	434,77	6.521,55
			Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión eléctrica entre aparamentas en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 100 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E2709	Partida	Ud	Barraje con pletina Cu. 50kA	15,00	174,17	2.612,55
			Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión eléctrica entre aparamentas en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 50 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1196	Partida	Ud	Elemen.auxil.accesor,etiquet.	75,00	68,00	5.100,00
			Elementos auxiliares, bornas, accesorios, etiqueteros indicadores, canaleta, etc, incluso cableado y acabado de cuadros eléctricos, todo ello fijado e instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			



E0100350	Partida	Ud	Analizador de redes eléctricas	20,00	492,50	9.850,00
			Analizador de redes CIRCUTOR o equivalente, tipo CVMk versión estándar (LCD), con transformadores de intensidad y fusibles; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E013841	Partida	Ud	Inversor automático de redes 4x1600A	2,00	4.150,99	8.301,98
			Inversor automático de redes 4x1600A, SOCOMEC-GAVE o equivalente, modelo SIRCOVER VE 1600, mediante combinación de dos interruptores seccionadores manuales de corte en carga de 4x1600A superpuestos y enclavados, con mando motorizado de tres posiciones estables I-0-II, equipado con relés de mínima tensión, relés temporizadores, mando manual de seguridad, cubrebornes separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01305a	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x125A	70,00	70,70	4.949,00
			Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x125 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01306a	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x160A	2,00	80,88	161,76
			Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x160 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01307a	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x250A	1,00	139,55	139,55
			Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x250 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01308a	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x400A	3,00	182,18	546,54
			Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x400 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01309a	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x630A	6,00	250,78	1.504,68



			Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x630 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01313a	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x800A	3,00	565,84	1.697,52
			Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x800 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01310a	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x1000A	1,00	662,32	662,32
			Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x1000 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01320	Partida	Ud	Int. manual corte carga 2x40A	200,00	25,27	5.054,00
			Interruptor manual de corte en carga I40, 2x40A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E013221	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x40A	4,00	42,17	168,68
			Interruptor manual de corte en carga I40, 4x40A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01322	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x63A	5,00	44,04	220,20
			Interruptor manual de corte en carga I63, 4x63A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01001130	Partida	Ud	Bloque diferencial 2x40A/30mA SI	50,00	94,01	4.700,50
			Bloque diferencial de 2x40A/30 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100115	Partida	Ud	Bloque diferencial 2x63A/300mA	15,00	115,15	1.727,25
			Bloque diferencial de 2x63A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01001170	Partida	Ud	Bloque diferencial 4x40A/30mA SI	240,00	125,48	30.115,20



			Bloque diferencial de 4x40A/30 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100118	Partida	Ud	Bloque diferencial 4x25A/300mA	12,00	103,65	1.243,80
			Bloque diferencial de 4x25A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN O equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100119	Partida	Ud	Bloque diferencial 4x63A/300mA	51,00	132,27	6.745,77
			Bloque diferencial de 4x63A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011502	Partida	Ud	Bloque diferencial int. 250A	1,00	828,09	828,09
			Dispositivo diferencial residual Vigí MH de MERLIN GERIN o equivalente adaptable al interruptor automático modelo NS250, 4x250, de MERLIN GERIN o equivalente, sensibilidad regulable entre 0,03 y 3 A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100133	Partida	Ud	Int. dif. Clase A 2x40A/30mA SI	180,00	94,45	17.001,00
			Interruptor diferencial Super Inmunizado, de 2x40A/30 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01001331	Partida	Ud	Int. dif. Clase A 4x25A/30mA SI	3,00	155,10	465,30
			Interruptor diferencial Super Inmunizado, de 4x25A/30 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01002931	Partida	Ud	Int.aut.+bloq.difer. 2x10A/30mA SI	10,00	101,36	1.013,60
			Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x10A, sensibilidad 30 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100293	Partida	Ud	Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/30mA SI	5,00	101,90	509,50
			Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 30 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01002933	Partida	Ud	Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/300mA SI	20,00	100,68	2.013,60



			Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 300 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01002932	Partida	Ud	Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/10mA	10,00	115,55	1.155,50
			Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 10 mA, clase A, poder de corte 4,5 kA, curva C, DPNa Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E010029511	Partida	Ud	Int.aut.+bloq.difer. 2x20A/300mA SI	5,00	102,01	510,05
			Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x20A, sensibilidad 300mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01115	Partida	Ud	Inter.aut. 4x160A, r-elec 100A, 36 kA	2,00	535,10	1.070,20
			Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160N, con relés electrónicos STR22SE de 100 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebombes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01116	Partida	Ud	Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 36 kA	80,00	563,42	45.073,60
			Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160N, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebombes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011163	Partida	Ud	Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 150 kA	2,00	1.009,63	2.019,26
			Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160L, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebombes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01121	Partida	Ud	Inter.aut. 4x250A, r-elec, 36 kA	2,00	1.017,45	2.034,90



			Interrupor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250N, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011213	Partida	Ud	Inter.aut. 4x250A, r-elec, 150 kA	4,00	1.642,59	6.570,36
			Interrupor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250L, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011303	Partida	Ud	Inter.aut. 4x400A, r-elec, 150 kA	7,00	2.124,77	14.873,39
			Interrupor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400L, con relés electrónicos STR23SE de 400 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011353	Partida	Ud	Inter.aut. 4x630A, r-elec, 150 kA	9,00	2.514,97	22.634,73
			Interrupor automático 4x630 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS630L, con relés electrónicos STR23SE de 630 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011552	Partida	Ud	Inter.aut. 4x800A, 150 kA fijo manual	3,00	5.302,87	15.908,61
			Interrupor automático fijo con mando manual 4x800 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS800L, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011562	Partida	Ud	Inter.aut. 4x1000A, 150 kA fijo manual	2,00	6.389,62	12.779,24
			Interrupor automático fijo con mando manual 4x1000 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS1000L, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0115711	Partida	Ud	Inter.aut. 4x1600A, 85 kA fijo manual	1,00	6.211,40	6.211,40



			Interruptor automático fijo con mando manual 4x1600 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS1600Hb, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 85 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100299	Partida	Ud	Int. aut. 2x6A, 6-10 kA, B.	62,00	46,83	2.903,46
			Interruptor automático de 2x6A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100201	Partida	Ud	Int. aut. 2x10A, 6-10 kA, B.	1.340,00	28,15	37.721,00
			Interruptor automático de 2x10A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100202	Partida	Ud	Int. aut. 2x16A, 6-10 kA, B.	1.362,00	28,56	38.898,72
			Interruptor automático de 2x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100203	Partida	Ud	Int. aut. 2x20A, 6-10 kA, B.	4,00	29,23	116,92
			Interruptor automático de 2x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100205	Partida	Ud	Int. aut. 2x40A, 6-10 kA, B.	96,00	37,61	3.610,56
			Interruptor automático de 2x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100209	Partida	Ud	Int. aut. 4x16A, 6-10 kA, B.	1,00	56,25	56,25
			Interruptor automático de 4x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100210	Partida	Ud	Int. aut. 4x20A, 6-10 kA, B.	36,00	57,62	2.074,32



			Interruptor automático de 4x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100211	Partida	Ud	Int. aut. 4x25A, 6-10 kA, B.	14,00	55,74	780,36
			Interruptor automático de 4x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100212	Partida	Ud	Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, B.	294,00	70,28	20.662,32
			Interruptor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100213	Partida	Ud	Int. aut. 4x63A, 6-10 kA, B.	2,00	143,89	287,78
			Interruptor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100225	Partida	Ud	Int. aut. 4x40A, 6-10 kA,C.	2,00	63,03	126,06
			Interruptor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100227	Partida	Ud	Int. aut. 4x63A, 6-10 kA,C.	7,00	131,62	921,34
			Interruptor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100340	Partida	Ud	Contacto auxiliar doble señalización	413,00	19,61	8.098,93
			Contacto auxiliar doble de señalización abierto/cerrado y defecto, MERLIN GERIN o equivalente, modelo OF+OF/SD; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100370	Partida	Ud	Contactor 2x25A 2NA I-0-A	307,00	35,94	11.033,58



			Contactor modular con mando modular 2x25A MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT MAN 25A 2NA, 230/240 V, silencioso <20 dB, con selector de 3 posiciones: I-0-A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070196	Partida	Ud	Telemando reposo y reencendido 100 aparatos	62,00	109,32	6.777,84
			Telemando, para puesta en reposo y reencendido en caso de fallo de red, de aparatos autónomos de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo TD-100, con capacidad para 100 luminarias; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0911048	Partida	Ud	Int-secc. fusibles 3x250A/160A	7,00	258,32	1.808,24
			Interruptor-seccionador tripolar para fusibles NFC o DIN, tamaño 1, de 250 A, TELEMECÁNICA o equivalente, ref. GS1-N3, incluso tres cartuchos fusibles de 160A T1; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0911052	Partida	Ud	Base para fusible 1P 2500 A	13,00	568,04	7.384,52
			Base portafusible 1 polo para fusibles hasta 2500 A, NH4 con percutor, SOCOMEC-GAVE o equivalente, ref. 73060001, con contacto auxiliar de indicación de fusión de fusible; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0901182	Partida	Ud	Fusible NFC aM 1250A T4	1,00	167,04	167,04
			Fusible de cuchillas con percutor NH tipo aM de 1250 A, tamaño 4, conforme a normas NFC, SOCOMEC-GAVE o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E09011821	Partida	Ud	Fusible NFC aM 800A T4	12,00	150,23	1.802,76
			Fusible de cuchillas con percutor NH tipo aM de 800 A, tamaño 4, conforme a normas NFC, SOCOMEC-GAVE o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090011	Partida	Ud	Panel Aislamiento II Quirófano	12,00	3.383,68	40.604,16



			Panel de aislamiento para Quirófano según ITC-BT-38 y UNE 20615 con un transformador monofásico 7,5 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 1 transformador de aislamiento 230/24V de 1000 VA, 1 vigilador de aislamiento monofásico por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 4x25A/30mA, 1 interruptor manual de corte en carga de 4x63A, 1 interruptor manual de corte en carga de 2x40A, 1 int. autom. 4x25A, 1 int. autom. 2x25A, 2 int. autom. 2x16A, 14 int. autom. 2x10A, 1 int. autom. 3x2A, 1 int. autom. 2x2A, 1 vigilante de tensión, 1 contactor con selector de 3 posiciones 4x40 NA, 1 termostato y barrajes de equipotencial y de protección, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090039	Partida	Ud	P. Aislamiento II 1 Cama	2,00	1.809,40	3.618,80
			Panel de aislamiento para 2 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 1 transformador monofásico 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 2 vigilador de aislamiento monofásico por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 1 interruptor manual de corte en carga 4x63A, 1 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090040	Partida	Ud	P. Aislamiento II 2 Camas	1,00	2.739,42	2.739,42



			Panel de aislamiento para 2 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 2 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 2 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 2 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 2 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090041	Partida	Ud	P. Aislamiento II 3 Camas	1,00	3.580,22	3.580,22
			Panel de aislamiento para 3 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 3 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 3 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 3 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 3 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090042	Partida	Ud	P. Aislamiento II 4 Camas	1,00	4.667,90	4.667,90
			Panel de aislamiento para 4 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 4 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 4 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 4 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 4 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090047	Partida	Ud	P. Aislamiento II 7 Camas	1,00	7.447,68	7.447,68



			Panel de aislamiento para 7 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 7 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 7 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 7 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 7 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090048	Partida	Ud	P. Aislamiento II 8 Camas	1,00	8.288,48	8.288,48
			Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 8 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 8 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 8 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 8 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090049	Partida	Ud	P. Aislamiento II 10 Camas	1,00	10.251,88	10.251,88
			Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 10 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 10 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 10 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 10 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090050	Partida	Ud	P. Aislamiento II 12 Camas	1,00	12.052,44	12.052,44



			Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 12 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 12 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 10 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 12 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1210	Partida	Ud	Repetidor alarma P. Aislamiento	40,00	164,38	6.575,20
			Repetidor de alarmas paneles aislamiento de AFEISA o equivalente, modelo REP-M DAP, según ITC-BT-38, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1212	Partida	Ud	Caja barras colectoras tierras.	50,00	130,26	6.513,00
			Caja de barras colectoras para tierras de redes de protección y equipotencialidad, con tapa en acero inoxidable, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E040160	Partida	Ud	Panel sinóptico remoto autonomía batería	21,00	614,53	12.905,13
			Panel sinóptico remoto para visualización de autonomía de batería (en minutos) en caso de fallo de red de alimentación; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03916	Partida	Ud	SAI III / II 7 kW - 5kWh 50 Hz	12,00	9.039,71	108.476,52



			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm, de 7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 5 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03909	Partida	Ud	SAI II / II 3 kW - 6kWh 50 Hz	1,00	5.505,49	5.505,49
			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 735x283x805 mm (SAI) y 735x283x805 mm (Baterías), de 3 kW de potencia activa en salida y autonomía de 6 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03903	Partida	Ud	SAI II / II 4 kW - 8kWh 50 Hz	3,00	6.789,33	20.367,99



			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 735x283x805 mm (SAI) y 735x283x805 mm (Baterías), de 4 kW de potencia activa en salida y autonomía de 8 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03910	Partida	Ud	SAI III / III 9 kW - 18kWh 50 Hz	2,00	12.878,61	25.757,22
			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1200x1000x800 mm (Baterías), de 9 kW de potencia activa en salida y autonomía de 18 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03901	Partida	Ud	SAI III / III 12 kW - 24kWh 50 Hz	1,00	13.620,33	13.620,33



			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 12 kW de potencia activa en salida y autonomía de 24 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03922	Partida	Ud	SAI III / III 15 kW - 24kWh 50 Hz	3,00	14.511,24	43.533,72
			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 15 kW de potencia activa en salida y autonomía de 24 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E039026	Partida	Ud	SAI III / III 20 kW - 28kWh 50 Hz	1,00	18.797,69	18.797,69



			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 20 kW de potencia activa en salida y autonomía de 28 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03908	Partida	Ud	SAI III / III 7 kW - 9kWh 50 Hz	1,00	11.150,37	11.150,37
			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1200x450x800 mm (Baterías), de 7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 9 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03904	Partida	Ud	SAI III / II 8 kW - 4kWh 50 Hz	1,00	9.088,35	9.088,35



			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm, de 8 kW de potencia activa en salida y autonomía de 4 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E04013	Partida	Ud	SAI 230/230V 50 Hz 1,5 kW - 0,5 kWh	25,00	1.219,12	30.478,00
			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI), ENERDATA o equivalente, tecnología ON LINE doble conversión, tensión de entrada y salida monofásica 230 Vca, de 1,5 kW de potencia activa en salida y autonomía de 0,5 kWh, integrable en rack 19" de Repartidor de Voz-Datos, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento; según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03918	Partida	Ud	SAI II / II 0,7 kW - 10 min 50 Hz	760,00	104,97	79.777,20
			Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología LINE INTERACTIVE, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 180x140x375 mm, de 0,7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 0,12 kWh, ENERDATA o equivalente, panel indicador de estado, ondulator estático, puerto RS232, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E098112	Partida	Ud	Cuadro protección Cafetería	2,00	3.421,13	6.842,26



			Cuadro de protección para fuerza en Cafetería, de acuerdo con los planos de planta y esquema eléctrico proporcionado por el instalador de la misma, totalmente acabado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE1001161	Partida	Ud	PC1.- Bloque diferencial 4x25A/30mA SI	2,00	147,95	295,90
			PC1.- Bloque diferencial de 4x25A/30 mA, Vigi para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE1002051	Partida	Ud	PC1.- Int. aut. 2x40A, 6-10 kA, D.	1,00	71,08	71,08
			PC1.- Interruptor automático de 2x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE01002121	Partida	Ud	PC1.- Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, D.	30,00	138,65	4.159,50
			PC1.- Interruptor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE100217	Partida	Ud	PC1.- Int. aut. 2x25A, 6-10 kA,C.	1,00	33,21	33,21
			PC1.- Interruptor automático de 2x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE1002242	Partida	Ud	PC1.- Int. aut. 4x32A, 6-10 kA,C.	1,00	68,64	68,64
			PC1.- Interruptor automático de 4x32A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011162	Partida	Ud	PC1.- Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 70 kA	1,00	729,85	729,85
			PC1.- Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160H, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, 4P 4R, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011151	Partida	Ud	PC1.- Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 50 kA	15,00	583,30	8.749,50



			PC1.- Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160SX, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, 4P 4R, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebombes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011211	Partida	Ud	PC1.- Inter.aut. 4x250A, r-elec, 50 kA	1,00	1.065,35	1.065,35
			PC1.- Interruptor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250SX, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, 4P 3R+NR, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebombes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011302	Partida	Ud	PC1.- Inter.aut. 4x400A, r-elec, 70 kA	1,00	1.774,21	1.774,21
			PC1.- Interruptor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400H, con relés electrónicos STR23SE de 400 A, 4P 3R+NR, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebombes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE012223	Partida	Ud	PC1.- Int. aut. bastidor abierto 4x1250 A, 100 kA fijo	1,00	7.205,99	7.205,99
			Interruptor automático fijo 4x1250 A MERLIN GERIN o equivalente, modelo MASTERPACT NW12H2, para un poder de corte de 100 kA y unidad de control Micrologic 6.0A, 4 contactos inversores OF y 1 contacto inversor SDE; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE012351	Partida	Ud	PC1.- Int. aut. bastidor abierto 4x2500 A, 85 kA secc	5,00	10.322,02	51.610,10
			PC1.- Interruptor automático seccionable 4x2500 A MERLIN GERIN o equivalente, modelo MASTERPACT NW25H2a, para un poder de corte de 85 kA y unidad de control Micrologic 6.0A, chasis, 4 contactos inversores OF y 1 contacto inversor SDE; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE01215	Partida	Ud	PC1.- Mando eléctrico int.autom. bastidor abierto	1,00	2.143,72	2.143,72



			PC1.- Mando eléctrico para interruptor automático MASTERPACT, constituido por motorreductor MCH, electroimán de cierre XF, bobina de emisión MX, bobina de mínima tensión y temporizador, rearme a distancia, contactos auxiliares, posición enchufado y de fin de carrera, etc., de MERLIN GERIN o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011301X	Partida	Ud	PC1.- Inter.aut. 4x400A, r-elec temporizable, 50 kA	1,00	2.218,87	2.218,87
			PC1.- Interruptor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400N, con relés electrónicos STR53UE de 400 A, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornos con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE16.03.078	Partida	Ud	PC1.- Limitador sobretensiones transitorias PRF1, 3P+N	4,00	502,20	2.008,80
			PC1.- Limitador de sobretensiones transitorias Clase I, 3P+N, Iimp=100kA (N-PE) según onda de ensayo 10/350 microsegundos, In=100kA, tensión residual Up<1,5kV, PRF1 (ref: 16.628) , de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE090049X	Partida	Ud	PC1.- P. Aislamiento II 9 Camas	1,00	9.411,09	9.411,09
			PC1.- Panel de aislamiento para 9 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 9 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 9 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 9 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 9 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE3907	Partida	Ud	PC1.- SAI II / II 2 kW - 4 kWh 50 Hz	1,00	3.354,35	3.354,35



			PC1.- Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, paralelizable, de dimensiones aproximadas de 460x175x520 mm (SAI) y 655x285x700 mm (Baterías), de 2 kW de potencia activa en salida y autonomía de 4 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, software de comunicación y shut-down para Windows con agente SNMP, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0100322	Partida	Ud	PC1.- Interruptor horario astronómico 1 canal	10,00	91,53	915,30
			PC1.- Interruptor horario astronómico IC ASTRO de MERLIN GERIN o equivalente, 1 canal, programación astronómica, reserva de marcha de 6 años, pantalla retroiluminada, 16A 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
			SC1603	1,00	1.058.910,53	1.058.910,53

Tabla 109. Presupuesto cuadros y aparamenta eléctrica. Elaboración propia.



29. Líneas eléctricas

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
LÍNEAS ELÉCTRICAS						
SC1604	Capítulo		LÍNEAS ELÉCTRICAS	1,00	894.893,91	894.893,91
E0220106	Partida	MI	Bandeja metál. Sendzimir 60x100	3.169,00	19,26	61.034,94
			Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220108	Partida	MI	Bandeja metál. Sendzimir 60x200	788,00	23,83	18.778,04
			Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220109	Partida	MI	Bandeja metál. Sendzimir 60x300	292,00	27,70	8.088,40
			Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x300 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220110	Partida	MI	Bandeja metál. Sendzimir 60x400	149,00	35,26	5.253,74
			Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x400 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220111	Partida	MI	Bandeja metál. Sendzimir 60x500	133,00	40,59	5.398,47



			Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x500 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220112	Partida	MI	Bandeja metál. Sendzimir 60x600	656,00	45,85	30.077,60
			Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x600 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0030101	Partida	MI	Tubo PVC flex. reforzado 3321 32 mm	1.981,00	2,91	5.764,71
			Tubo de PVC flexible reforzado, clasificación 3321 según UNE EN 50086-2-2, de 32 mm de diámetro, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión y fijación, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0030104	Partida	MI	Tubo PVC flex. reforzado 3321 63 mm	630,00	3,76	2.368,80
			Tubo de PVC flexible reforzado, clasificación 3321 según UNE EN 50086-2-2, de 63 mm de diámetro, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión y fijación, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050905	Partida	MI	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x10mm ²	1.967,00	3,34	6.569,78
			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x10 mm ² Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050906	Partida	MI	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x16mm ²	3.331,00	4,15	13.823,65



			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050907	Partida	MI	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x25mm2	6.017,00	5,18	31.168,06
			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050908	Partida	MI	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x35mm2	4.181,00	7,12	29.768,72
			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050910	Partida	MI	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x70mm2	1.010,00	10,95	11.059,50
			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050911	Partida	MI	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x95mm2	676,00	13,99	9.457,24
			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			



E0050912	Partida	MI	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x120mm2	873,00	17,78	15.521,94
			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050913	Partida	MI	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x150mm2	875,00	19,91	17.421,25
			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x150 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050914	Partida	MI	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x185mm2	401,00	25,65	10.285,65
			Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x185 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050915	Partida	MI	Conduct. SZ-0,6/1 kV Cu 1x240mm2	677,00	29,74	20.133,98
			Conductor Resistente al Fuego SZ10,6/1 kV 1x240 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050511	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x10 mm2	9.617,00	1,61	15.483,37
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			



E0050510	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x16 mm2	4.753,00	15,77	74.954,81
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050509	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x25 mm2	4.001,00	3,06	12.243,06
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050508	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x35 mm2	472,00	4,09	1.930,48
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050507	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x50 mm2	317,00	5,21	1.651,57
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x50 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050506	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x70 mm2	1.242,00	6,77	8.408,34
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050505	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x95 mm2	2.568,00	8,80	22.598,40



			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050504	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x120mm2	4.843,00	10,85	52.546,55
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050503	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x150mm2	3.211,00	13,19	42.353,09
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x150 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050502	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x185mm2	2.395,00	16,21	38.822,95
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x185 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050501	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x240mm2	3.993,00	20,79	83.014,47
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x240 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050534	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x10 mm2	2.241,00	5,23	11.720,43



			Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050533	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x16 mm2	405,00	7,81	3.163,05
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050532	Partida	MI	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 4x25mm2	3.674,00	10,69	39.275,06
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050531	Partida	MI	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 4x35mm2	997,00	14,80	14.755,60
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00505351	Partida	MI	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x50mm2	556,00	10,19	5.665,64
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x50 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050535	Partida	MI	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x70mm2	291,00	11,76	3.422,16



			Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020318	Partida	Ud	Puesta a tierra Protección Baja Tensión	1,00	579,00	579,00
			Puesta a tierra de protección en Baja Tensión realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E02684	Partida	Ud	Toma equipotencial baños y aseos	238,00	22,83	5.433,54
			Toma equipotencial para cuartos de baño y aseo, con parte proporcional de cable de cobre H07Z1-U libre de halógenos de 4 mm2 según UNE 20432.1, 20432.3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1, 21172.2, IEC-754.1 y BS-6425.1, tubo de PVC flexible de doble capa del tipo forroplast, abrazaderas y cajas de empotrar de paso y derivación, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020319	Partida	Ud	Punto puesta a tierra Estructura	581,00	35,56	20.660,36
			Punto de puesta a tierra de Estructura para pilares y muros realizado con cable desnudo enterrado 35 mm2, incluso grapa y soldadura aluminotérmica; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050011	Partida	Ud	Fijación especial cables SZ1 Resistentes al Fuego	358,00	14,43	5.165,94
			Fijación especial por metro de terna de cables SZ1 0,6/1kV RF-180, ERICO CADDY o equivalente, constituida por perfil metálico en omega ranurado para fijación a paramento mediante tacos y tornillos metálicos, grapa-abrazadera metálica ajustable mediante tornillo para sujeción definitiva de cable, incluso fijación provisional mediante brida de plástico y taco, separados unos de otros una distancia de 40 cm; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE0220142	Partida	MI	PC1.- Bandeja met. perforada c/tapa galv. 60x100	396,00	31,27	12.382,92



			PC1.- Bandeja metálica perforada con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado en caliente con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0220144	Partida	MI	PC1.- Bandeja met. perforada c/tapa galv. 60x200	37,00	42,18	1.560,66
			PC1.- Bandeja metálica perforada con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado en caliente con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0050910X	Partida	MI	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x50mm ² (AS+)	1.313,00	9,50	12.473,50
			PC1.- Cable Resistente al Fuego (UNE-EN 50200), BICC General o equivalente, SECURFOC 331, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+) 1x50 mm ² , norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0050915X	Partida	MI	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x300mm ² (AS+)	252,00	85,09	21.442,68
			PC1.- Cable Resistente al Fuego (UNE-EN 50200), BICC General o equivalente, SECURFOC 331, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+) 1x300 mm ² , norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			



ELE050500	Partida	MI	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x300mm2 (AS)	798,00	65,56	52.316,88
			PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 1x300 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
ELE050537	Partida	MI	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x6mm2 (AS)	170,00	5,49	933,30
			PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 4x6 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE050512	Partida	MI	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x6mm2 (AS)	170,00	1,29	219,30
			PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 1x6 mm2, norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
ELE005001X	Partida	Ud	PC1.- Terminales presión para cables	1,00	15.223,04	15.223,04



			PC1.- Terminales de presión para los cables relacionados según secciones de los mismos, instalados mediante máquinas de presión con útil hexagonal, incluso tornillería y conexión a Cuadros, Transformadores y Grupo Electrónico; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
ELE022001X	Partida	Ud	PC1.- Retencionado de cables a bandejas	1,00	12.519,29	12.519,29
			PC1.- Retencionado de cables en bandeja según descripción en Memoria, realizado mediante bridas de poliamida 6.6 color negro, incluso identificado de cables mediante etiquetas rotuladas UNEX o equivalente; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
			SC1604	1,00	894.893,91	894.893,91

Tabla 110. Presupuesto líneas eléctricas. Elaboración propia.



30. Distribuciones eléctricas

<i>Código</i>	<i>Nat</i>	<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS						
SC1605	Capítulo		DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS	1,00	834.039,52	834.039,52
E01511	Partida	Ud	Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm2 empotrado	510,00	34,76	17.727,60
			Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E015111	Partida	Ud	Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm2 superficie	74,00	87,40	6.467,60
			Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01515	Partida	Ud	Circuito distrib.alumbrado 2,5 mm2 empotrado	225,00	114,71	25.809,75
			Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E015151	Partida	Ud	Circuito distrib.alumbrado 2,5 mm2 superficie	110,00	255,98	28.157,80
			Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01512	Partida	Ud	Circuito distrib.alumbrado 4 mm2 empotrado	3,00	167,85	503,55



			Circuito de distribución para alumbrado 2(1x4)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E015122	Partida	Ud	Circuito distrib.alumbrado 4 mm2 superficie	18,00	326,06	5.869,08
			Circuito de distribución para alumbrado 2(1x4)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E015121	Partida	Ud	Circuito distrib.alumbrado 6 mm2 empotrado	1,00	277,95	277,95
			Circuito de distribución para alumbrado 2(1x6)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E015123	Partida	Ud	Circuito distrib.alumbrado 6 mm2 superficie	7,00	491,56	3.440,92
			Circuito de distribución para alumbrado 2(1x6)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01517	Partida	Ud	Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 empotrado	760,00	70,57	53.633,20
			Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E015171	Partida	Ud	Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 superficie	86,00	155,31	13.356,66



			Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01514	Partida	Ud	Punto luz empotrado 1,5 mm2	10.034,00	13,06	131.044,04
			Punto de luz empotrado desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01516	Partida	Ud	Punto luz superficie 1,5 mm2	1.694,00	29,77	50.430,38
			Punto de luz de superficie desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E3504	Partida	Ud	Punto emergencia empotrado	1.840,00	15,97	29.384,80
			Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor 07Z1 750 V, mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E3505	Partida	Ud	Punto emergencia superficie	394,00	32,85	12.942,90
			Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor 07Z1 750 V; mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E350400	Partida	Ud	Punto telemando emergencia empotrado	1.840,00	29,37	54.040,80
			Punto de telemando para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y BUS de cable trenzado polarizado, libre de halógenos, 2x1,5mm2, mecanismo completo con base RJ45 y conector RJ45; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E350401	Partida	Ud	Punto telemando emergencia superficie	394,00	90,36	35.601,84



			Punto de telemando para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y BUS de cable trenzado polarizado, libre de halógenos, 2x1,5mm ² , mecanismo completo con base RJ45 y conector RJ45; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01518	Partida	Ud	Punto toma de corriente empotrado 2,5mm ²	9.930,00	12,98	128.891,40
			Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm ² ; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01519	Partida	Ud	Punto toma de corriente superficie 2,5mm ²	61,00	70,45	4.297,45
			Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm ² ; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601	Partida	Ud	Punto enchufe 2x20A+T empotrado	4,00	59,34	237,36
			Punto base de enchufe de empotrar 2x20A+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01603	Partida	Ud	Punto enchufe 3x20A+N+T empotrad	37,00	76,83	2.842,71
			Punto base de enchufe de empotrar 3x20A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01606	Partida	Ud	Punto enchufe 3x32A+N+T empotrad	18,00	81,55	1.467,90
			Punto base de enchufe de empotrar 3x32A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0040201	Partida	Ud	Toma eléc.en caja 2(1x2,5)+T.fle	242,00	33,48	8.102,16



			Toma eléctrica en caja con bornas, realizada mediante tubería de PVC flexible reforzado del tipo forroplast de 20 mm, de diámetro, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, cajas de baquelita y cable de 2(1x2,5)+T mm2 según designación UNE H07Z1-R, incluso parte proporcional de circuito alimentador desde el CS correspondiente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01640	Partida	Ud	Caja acero con 6 enchuf 2x16A+T.	73,00	94,50	6.898,50
			Caja con frente en acero inoxidable con 6 mecanismos de enchufe SIMON serie 32 o equivalente, 2x16A+T y 3 bornas de seguridad para equipotenciales LEGRAND o equivalente 329 05; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141001	Partida	Ud	Interruptor 10A 250V empotrable	2.688,00	3,66	9.838,08
			Interruptor empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01410011	Partida	Ud	Interruptor 10A 250V superficie	4,00	5,67	22,68
			Interruptor 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de superficie, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141003	Partida	Ud	Conmutador 10A 250V empotrable	49,00	4,13	202,37
			Conmutador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141005	Partida	Ud	Pulsador 10A 250V empotrable	96,00	4,48	430,08
			Pulsador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141007	Partida	Ud	Int.-regulador luz incand+halóg 500 W empotrable	258,00	36,35	9.378,30



			Interruptor-regulador universal de luz empotrable 500W, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, para incandescencia 230V y halógenas 12V, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100325	Partida	Ud	Detector de movimiento 180 ° IP54	171,00	76,22	13.033,62
			Detector de movimiento orientable MERLIN GERIN o equivalente, ángulo 180 °, alcance 12 m, duración y luminosidad ajustables, IP54; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141012	Partida	Ud	Pulsador temporizado 10A 250V empotrable	225,00	48,82	10.984,50
			Interruptor temporizado de pulsación empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141010	Partida	Ud	Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca empotrable	4.908,00	4,47	21.938,76
			Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141011	Partida	Ud	Toma corriente 2P+TTF 16A 250V roja empotrable	1.081,00	6,21	6.713,01
			Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTF roja EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01410102	Partida	Ud	Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca superficie IP55	61,00	7,41	452,01
			Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso contenedor estanco IP55 con marco-bastidor, caja de superficie y tapa; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141050	Partida	Ud	Caja empotrar 4 tomas 2x16A+TT 16A 250V	686,00	39,62	27.179,32



			Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y plíoto indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 2 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141051	Partida	Ud	Caja empotrar 5 tomas 2x16A+TT 16A 250V	95,00	43,78	4.159,10
			Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y plíoto indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 3 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01662	Partida	Ud	Torreta 2[3(2x16A+T)+(V+D)]	48,00	266,19	12.777,12
			Torreta portamancanismos para instalación sobre pavimento ACKERMANN o equivalente, serie TE LI TANK 6L, construida en poliamida, dimensiones 220x120x108,5mm, con tapetas para mecanismos, equipada con 2 tomas de corriente triples de 2x16A+T, 2 tomas dobles RJ45 Cat6 FTP, incluso canal metalico de distribución bajo suelo y caja de derivación/registro, completa de accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0030401	Partida	MI	Canal aluminio doble 2(70x110)mm	498,00	73,90	36.802,20
			Canal doble de aluminio AIMgSi 0,5 F 22, REHAU o equivalente, serie Signo BA 70/220D, con tabique separador interior, de dimensiones 2(70x110) mm, incluso tapa de aluminio para cada canal; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0140601	Partida	Ud	Regulador luz universal 1.000 VA	9,00	116,70	1.050,30



			Regulador universal de luz, LEGRAND o equivalente, serie MOSAIC, 1000 VA, incandescencia, halógenas, fluorescencia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601604	Partida	Ud	Caja empotrar con perfil DIN y 1 telerruptor	1,00	29,19	29,19
			Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 1 telerruptor 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601603	Partida	Ud	Caja empotrar con perfil DIN y 2 telerruptores	2,00	48,94	97,88
			Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 2 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601601	Partida	Ud	Caja empotrar con perfil DIN y 3 telerruptores	37,00	67,65	2.503,05
			Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 3 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0160160	Partida	Ud	Caja empotrar con perfil DIN y 4 telerruptores	2,00	86,51	173,02
			Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 4 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601605	Partida	Ud	Caja empotrar con perfil DIN y 5 telerruptores	1,00	107,60	107,60
			Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 5 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601602	Partida	Ud	Caja empotrar con perfil DIN y 6 telerruptores	2,00	126,45	252,90
			Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 6 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01540	Partida	Ud	Distribución interior de Quirófano	12,00	1.069,72	12.836,64



			Distribución interior en Quirófano y Salas de Intervención, alimentada por panel de aislamiento y realizada según ITC-BT-38 y UNE-20615, mediante tubería de PVC flexible de doble capa, cable de cobre según UNE H07Z1-K libre de halógenos, incluyendo redes de conductores activos, de protección y equipotencialidad con mecanismos y embellecedores, completa de accesorios de unión, fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E2359	Partida	Ud	Punto alim. lámpara operaciones	12,00	95,91	1.150,92
			Punto de alimentación para lámpara de operación, realizado en tubo de PVC flexible reforzado del tipo forroplast de 32 mm de diámetro, conductor según UNE H07Z1-K libre de halógenos, con circuito de 2(1x10)+T-10 mm2, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.			
E01541	Partida	Ud	Distribución camas y salas con trafo de aislamiento 3 kVA	58,00	223,08	12.938,64
			Distribución en camas y salas alimentadas por transformador de aislamiento de 3 kVA y realizada según ITC-BT-38 y UNE-20615, mediante tubería de PVC flexible de doble capa, cable de cobre según UNE H07Z1-K libre de halógenos, incluyendo redes de conductores activos, de protección y equipotencialidad con mecanismos y embellecedores, completa de accesorios de unión, fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1605183	Partida	Ud	Distribución de Cafetería	1,00	9.968,60	9.968,60
			Distribución para fuerza en Cafetería, de acuerdo con los planos de planta y esquema de cuadro proporcionado por el instalador de la misma, totalmente acabada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE150353	Partida	Ud	PC1.- Cuadro estanco de pared IP55 3 tomas	2,00	281,26	562,52
			PC1.- Cuadro estanco de pared IP55, GEWISS o equivalente, serie 68 Q-DIN 18, referencia GW66396, construido en tecnopolímero, equipado con 3 bases industriales compactas con interruptor de bloqueo IP44 (1 de 2x16A+T, 1 de 3x16A+T y 1 de 3x32A+T) y sus correspondientes interruptores automáticos modulares; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE150307	Partida	Ud	PC1.- Base fija bloqueo 3x63A+N+T 400V	1,00	85,69	85,69



			PC1.- Base industrial GEWISS o equivalente, serie 66/67 IB, referencia GW67266 de 3x63A+N+T 400 V, fija vertical, protegida con interruptor de bloqueo, IP 55; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE160401	Partida	Ud	PC1.- Puesto de trabajo en locales indefinidos	183,00	78,86	14.431,38
			PC1.- Alimentación eléctrica para Puestos de Trabajo no representados en planos y de uso no permanente, con parte proporcional de circuitos de distribución realizados en tubo aislante flexible reforzado, cajas aislantes empotrables y cable 07Z1 750V, sección 2,5 mm ² , incluso caja y mecanismos; instalada., según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE160402	Partida	Ud	PC1.- Punto de alimentación Campanas Extractoras en Laboratorios	9,00	56,71	510,39
			PC1.- Alimentación eléctrica para Campana de Extracción en Laboratorios, con parte proporcional de circuito de distribución realizada en tubo aislante flexible reforzado, cajas aislantes empotrables y cable 07Z1 750V, sección 2,5 mm ² ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE100322X	Partida	Ud	PC1.- Fococélula eléctrica	10,00	200,33	2.003,30
			PC1.- Fococélula eléctrica de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CCT15268, IP54; incluso circuito de distribución; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
			SC1605	1,00	834.039,52	834.039,52

Tabla 111. Presupuesto distribuciones eléctricas.



31. Aparatos y lámparas

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
APARATOS Y LÁMPARAS						
SC1606	Capítulo		APARATOS Y LÁMPARAS	1,00	1.160.981,97	1.160.981,97
E00601041	Partida	Ud	Luminaria empotrar 1x36 W E	864,00	79,53	68.713,92
			Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601051	Partida	Ud	Luminaria empotrar 2x36 W E	192,00	99,57	19.117,44
			Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601021	Partida	Ud	Luminaria empotrar 3x36 W E	329,00	145,20	47.770,80
			Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601011	Partida	Ud	Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E	406,00	94,66	38.431,96
			Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601101	Partida	Ud	Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E	196,00	136,67	26.787,32



			Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060107	Partida	Ud	Luminaria empotrar 3x36 W-Emerg.	26,00	512,12	13.315,12
			Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, para 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V AF, con kit de conversión a emergencia con una autonomía de tres horas para las tres lámparas, incluso lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601411	Partida	Ud	L. empotrar 2x36W 1197x297 emerg	1,00	360,71	360,71
			Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8102, 1197x297mm, cuerpo de chapa de acero termoesmaltado en blanco, óptica doble parabólica en aluminio especular, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V AF, incluso kit de conversión a emergencia con una autonomía de dos horas para las dos lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060161	Partida	Ud	Lum. empotrar sala blanca 2x36W	182,00	217,89	39.655,98
			Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, para salas blancas, LIDERLUX o equivalente, serie LD 40102, protegido por cristal templado de 4 mm atornillado al cuerpo sellado mediante junta adhesiva de neopreno, difusor parabólico de aluminio especular alto brillo baja luminancia, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, incluso lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060191	Partida	Ud	Luminaria superficie 1x36 W E	6,00	96,59	579,54
			Luminaria fluorescente de superficie, LIDERLUX o equivalente, modelo 5002 1x36 W, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601601	Partida	Ud	Candileja 1x18W	255,00	47,86	12.204,30



			Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x18 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 1000, para 1 lámpara fluorescente de 18W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601602	Partida	Ud	Candileja 1x36W	80,00	50,02	4.001,60
			Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 1000, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060167	Partida	Ud	Luminaria estancia 1x36W IP65	866,00	61,22	53.016,52
			Luminaria fluorescente estancia 1x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 2000 PE, IP65, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060168	Partida	Ud	Luminaria estancia 2x36W IP65	701,00	74,11	51.951,11
			Luminaria fluorescente estancia 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 2000 PE, IP65, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámparas, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060178	Partida	Ud	Empotrable circular 1x18W cristal E	756,00	71,18	53.812,08
			Empotrable circular 1x18W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12597-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 1 lámpara fluorescente compacta de 18W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060179	Partida	Ud	Empotrable circular 2x18W cristal E	60,00	84,28	5.056,80
			Empotrable circular 2x18W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12598-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 18W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			



E0060180	Partida	Ud	Empotrable circular 2x26W cristal E	3.098,00	84,28	261.099,44
			Empotrable circular 2x26W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12596-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 26W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060183	Partida	Ud	Empotrable circular 150W HM.	25,00	157,04	3.926,00
			Aparato circular de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12031, con reflector de aluminio abrillantado y cristal de seguridad, incluso caja de alimentación y lámpara de halogenuros metálicos de 150 W 230 V AF, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060130	Partida	Ud	Downlight lámpara R63	234,00	14,69	3.437,46
			Empotrable LIDERLUX o equivalente, referencia 12063 para lámpara reflectante R63, hasta 60 W, portalámparas E27, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060185	Partida	Ud	Empot. halóg. orien. 12V 50W 60°	1.445,00	20,83	30.099,35
			Empotrable halógeno orientable LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12076, cuerpo en fundición de aluminio, alimentación mediante transformador de seguridad 220/12 V, 50 VA, incluso lámpara halógena microica 50W, 60°, 12V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060108	Partida	Ud	Downlight PAR Halog. 75W 10°	471,00	30,03	14.144,13
			Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con reflector de 5 cm de alto, incluso lámpara PAR halógena 75W 10° 230V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060109	Partida	Ud	Downlight PAR Halog. 75W 30°	168,00	30,03	5.045,04
			Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con reflector de 5 cm de alto, incluso lámpara PAR halógena 75W 30° 230V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060170	Partida	Ud	Proyector int. halógeno 500W	3,00	72,15	216,45



			Proyector LIDERLUX o equivalente, modelo 14003, óptica en aluminio facetado, cuerpo de acero lacado en blanco, vidrio de protección, lámpara halógena de 500W, incluso lámpara, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060538	Partida	Ud	Plafón circular plano opal 1x32W	110,00	49,68	5.464,80
			Plafón circular plano VILAPLANA o equivalente, con difusor opal para lámpara fluorescente circular de 32 W A.F. 230 V, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070150	Partida	Ud	Aparato empotrar luz rasante LED	180,00	41,84	7.531,20
			Aparato de luz rasante DAISALUX o equivalente, modelo LYRA con iluminación mediante LED, Clase II, IP 62, 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060522	Partida	Ud	Aplique 270x200 mm 11W NO PASAR	79,00	39,42	3.114,18
			Aplique extraplano de techo y pared, fluorescente 1x11 W, OSRAM o equivalente, modelo DULUX CARRÉ, Clase II, IP-43, incluso lámpara fluorescente compacta de 11 W, 230 V A.F. y letrero "NO PASAR"; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00603052	Partida	Ud	Luminaria 2x58W TRAJE QUIRÚRGICO	8,00	75,68	605,44
			Plafón fluorescente GEWISS o equivalente, modelo IRIDE, con difusor de metacrilato, IP 20, para 2 lámparas fluorescentes de 58W, 230V AF, incluso lámparas y letrero "OBLIGATORIO TRAJE QUIRÚRGICO", completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060508	Partida	Ud	Aplique estanco ext. 60W IP53	23,00	8,22	189,06
			Aplique estanco de exterior IEP o equivalente, modelo BD-10 fabricado en material termoestable, reflector de aluminio anodizado, refractor de cristal prismatizado interior y junta de estanqueidad, IP53, Clase II, incluso lámpara incandescente de 60 W; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060338	Partida	Ud	Aparato exterior 2x18W IP55	106,00	95,67	10.141,02



			Aparato polifuncional para exterior GEWISS o equivalente, modelo EXTRO, de color gris humo, reflector de aluminio abrillantado y oxidado, pantalla de cristal templeado, para 2 lámparas fluorescentes compactas de 18W 230V AF, con soporte de orientación para pared, incluso lámparas; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060060	Partida	Ud	Lum.fl. antideflagrante"d" 1x36W	4,00	541,65	2.166,60
			Luminaria EExed IIC T4 zonas 1 y 2, CEAG o equivalente, cuerpo en poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor en policarbonato transparente, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V AF., entradas metálicas por ambos extremos a M20x1,5, cableado interno de paso para 16A, apertura desde un único punto, con prensaestopas metálico para cable armado PAL 10.1 de M20x1,5, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara y punto de luz antideflagrante; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060061	Partida	Ud	Lum.fl. antideflagrante"d" 2x36W	5,00	581,71	2.908,55
			Luminaria EExed IIC T4 zonas 1 y 2, CEAG o equivalente, cuerpo en poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor en policarbonato transparente, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230V AF., entradas metálicas por ambos extremos a M20x1,5, cableado interno de paso para 16A, apertura desde un único punto, con prensaestopas metálico para cable armado PAL 10.1 de M20x1,5, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámparas y punto de luz antideflagrante; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060343	Partida	Ud	Plafón de señalización rojo 60W	13,00	12,99	168,87
			Plafón rectangular de señalización color rojo GEWISS o equivalente, modelo RETTA, con difusor de policarbonato, incluso lámpara incandescente 60W; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905003	Partida	Ud	Cabecero hosp. 2 camas L=6m	56,00	705,16	39.488,96



			Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 2 camas, longitud del conjunto 6 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 2 luminarias fluorescentes para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905002	Partida	Ud	Cabecero hosp. 2 camas L=5,4m	22,00	662,38	14.572,36
			Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 2 camas, longitud del conjunto 5,4 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 2 luminarias fluorescentes para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905006	Partida	Ud	Cabecero hosp. 1 cama L=4,1m	75,00	475,62	35.671,50
			Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 4,1 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905004	Partida	Ud	Cabecero hosp. 1 cama L=3,6m	21,00	410,24	8.615,04
			Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,6 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905005	Partida	Ud	Cabecero hosp. 1 cama L=3,2m	4,00	381,72	1.526,88



			Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,2 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905007	Partida	Ud	Cabecero hosp. 1 cama L=3,8m	3,00	424,49	1.273,47
			Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,8 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070130	Partida	Ud	Apar. autón. emerg. 360 lum 1h	1.096,00	58,20	63.787,20
			Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 72 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070133	Partida	Ud	Apar. autón. emerg. 153 lum 1h	167,00	45,37	7.576,79
			Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N3S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 153 lúmenes, 30,6 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámparas; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070134	Partida	Ud	Apar. autón. emerg. 360 lum 2h	778,00	65,88	51.254,64
			Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA 2N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 65 m2 y 2 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			



E0070140	Partida	Ud	Baliza autónoma emerg. 5 lum 1h	12,00	26,97	323,64
			Baliza autónoma de emergencia DAISALUX o equivalente, modelo SHERPA A-RC, con señalización mediante leds rojos y lámpara de emergencia incandescente 5 lúmenes, 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE0905008	Partida	Ud	PC1.- Cabecero hosp. 1 cama L=2,1m	4,00	303,30	1.213,20
			PC1.- Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 2,1 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE070139	Partida	Ud	PC1.- Apar. autón. emerg. 360 lum 1h IP66	173,00	113,74	19.677,02
			PC1.- Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 72 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. . (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601041	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 1x36 W E Reg.	107,00	143,52	15.356,64
			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. . (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601041B	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 1x36 W E Reg. Sensor	89,00	168,05	14.956,45



			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601051	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W E Reg.	41,00	166,31	6.818,71
			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm ² para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601051B	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W E Reg. Sensor	65,00	190,83	12.403,95
			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601021	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W E Reg.	35,00	220,41	7.714,35
			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm ² para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601021B	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W E Reg. Sensor	118,00	244,93	28.901,74



			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601011	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Reg.	50,00	159,71	7.985,50
			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601011B	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Reg. Sensor	40,00	184,25	7.370,00
			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos TC-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601101	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Reg.	24,00	209,12	5.018,88
			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601101B	Partida	Ud	PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Reg. Sensor	17,00	237,44	4.036,48



			PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos TC-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE160608	Partida	Ud	PC1.- Luminaria suspendida 250 W termógena	3,00	113,10	339,30
			PC1.- Luminaria suspendida cilíndrica de 120 mm de diámetro y 250 mm de altura, con péndulo de 1500 mm construida en acero inoxidable y lámpara termógena de 250 W 230 V, incluyendo accesorios de fijación, conexionado y montaje, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0060192	Partida	Ud	PC1.- Luminaria superficie 2x36 W E	8,00	120,90	967,20
			PC1.- Luminaria fluorescente de superficie, LIDERLUX o equivalente, modelo 5002 2x36 W, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE070133X	Partida	Ud	PC1.- Aparato autónomo de emergencia sobre Puesto de Incendio	193,00	98,96	19.099,28
			PC1.- Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA 2N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 65 m2 y 2 h de autonomía, incluso lámpara; situado sobre Puestos de Incendios; incluso circuito alimentador partiendo de la red de alumbrado normal y circuito de telemando; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
			SC1606	1,00	1.160.981,97	1.160.981,97

Tabla 112. Presupuesto aparatos y lámparas. Elaboración propia.



32. Alumbrado urbanización

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
ALUMBRADO URBANIZACIÓN						
SC28.3.01	Capítulo		ALUMBRADO URBANIZACIÓN	1,00	327.475,54	327.475,54
E00901602	Partida	Ud	Cuadro intemperie sobre bancada	2,00	879,60	1.759,20
			Cuadro eléctrico de material aislante para montaje sobre bancada a la intemperie, con puertas, dimensiones 1600x1000x400, con soportes y guías DIN para fijación de la aparatenta a alojar, acceso de cables únicamente por su parte baja, grado de protección IP 55, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01305a	Partida	Ud	Int. manual corte carga 4x125A	2,00	70,70	141,40
			Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x125 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100204	Partida	Ud	Int. aut. 2x25A, 6-10 kA, B.	45,00	29,62	1.332,90
			Interruptor automático de 2x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación..			
E0100299	Partida	Ud	Int. aut. 2x6A, 6-10 kA, B.	2,00	46,83	93,66
			Interruptor automático de 2x6A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100114	Partida	Ud	Bloque diferencial 2x25A/300mA	45,00	83,36	3.751,20
			Bloque diferencial de 2x25A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100340	Partida	Ud	Contacto auxiliar doble señalización	45,00	19,61	882,45
			Contacto auxiliar doble de señalización abierto/cerrado y defecto, MERLIN GERIN o equivalente, modelo OF+OF/SD; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100370	Partida	Ud	Contactor 2x25A 2NA I-0-A	45,00	35,94	1.617,30



			Contactor modular con mando modular 2x25A MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT MAN 25A 2NA, 230/240 V, silencioso <20 dB, con selector de 3 posiciones: I-0-A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020351	Partida	Ud	Trafo separad. II 220/24V 0,2kVA	2,00	168,28	336,56
			Transformador separador bifásico con entrada 220V y salida 24V, para una potencia de 0,2kVA; Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100311	Partida	Ud	Interruptor horario digital		62,58	0,00
			Interruptor horario digital IHP de Merlin Gerin o equivalente, ref. 15330, semanal, de 12 pasos, 16A; Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00505351	Partida	MI	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x50mm2	95,00	10,19	968,05
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x50 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050532	Partida	MI	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 4x25mm2	36,00	10,69	384,84
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050509	Partida	MI	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x25 mm2	131,00	3,06	400,86
			Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0030107	Partida	MI	Tubo polietileno doble pared 110 mm	6.670,00	5,13	34.217,10



			Tubo de polietileno doble pared corrugado exterior y liso interior de 110 mm de diámetro, de OB o equivalente, modelo DECAPLAST, para canalización subterránea, completo de accesorios de unión y fijación, instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050327	Partida	MI	Conductor RV-0,6/1kV Cu 3x2,5mm2	2.060,00	1,17	2.410,20
			Conductor RV-0,6/1 kV 3x2,5 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, ENERGY, aislamiento XLPE, no propagador de llama, según normas: UNE-21123, 20432.1; instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050310	Partida	MI	Conductor RV-0,6/1kV Cu 1x16 mm2	38.040,00	1,34	50.973,60
			Conductor RV-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, ENERGY, aislamiento XLPE, no propagador de llama, según normas: UNE-21123, 20432.1; instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00404	Partida	Ud	Electrodo tierra acero/cobre 2 m	317,00	25,00	7.925,00
			Electrodo de toma de tierra en acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, con abrazadera, de KLK o equivalente; instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00402	Partida	Ud	Grapa para cable desnudo	317,00	3,07	973,19
			Grapa para conexión de cable desnudo para una sección de cable entre 25 y 70 mm2, de KLK o equivalente; instalada. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0391	Partida	MI	Cable cobre desnudo 16 mm2.	6.382,00	2,89	18.443,98
			Cable de cobre desnudo de una sección eficaz de 16 mm2, BICC General o equivalente; instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01502	Partida	Ud	Cofred alumbrado público 16mm2 1c/c	265,00	11,04	2.925,60



			Cofred de alumbrado público para 16 mm2 de entrada, de CLAVED o equivalente, referencia 1469/3, con 2 bornes de entrada, 1 cortacircuito fusible cilíndrico 10x38, y 1 borne de salida, fabricado en poliéster con fibra de vidrio; instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01503	Partida	Ud	Cofred alumbrado público 16mm2 2c/c	4,00	12,29	49,16
			Cofred de alumbrado público para 16 mm2 de entrada, de CLAVED o equivalente, referencia 1469, con 4 bornes de entrada, 2 cortacircuitos fusibles cilíndricos 10x38, y 2 bornes de salida, fabricado en poliéster con fibra de vidrio; instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E015191	Partida	Ud	Punto de luz alumbrado mural urbanización	163,00	130,64	21.294,32
			Punto de luz mural para urbanización realizado en tubo de acero, cajas herméticas y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 4 mm2; instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060529	Partida	Ud	Lumin. cabeza-mástil 150W HM 6m	265,00	487,09	129.078,85
			Luminaria cabeza-mástil LIDERLUX o equivalente, modelo SL30, para cabeza de mástil de diámetro 60, cuerpo de aluminio, reflector de aluminio anodizado, balasto inductivo, vidrio resistente a los golpes, IP 44, mástil de acero galvanizado y pintado de 6 metros, para lámpara de Halogenuros Metálicos de 1x150 W, incluso lámpara; instalada. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060530	Partida	Ud	Lumin. doble cabeza-mástil 150W HM 6m	4,00	746,93	2.987,72
			Luminaria doble cabeza-mástil LIDERLUX o equivalente, modelo SL30, para cabeza de mástil de diámetro 76, cuerpo de aluminio, reflector de aluminio anodizado, balasto inductivo, vidrio resistente a los golpes, IP 44, mástil de acero galvanizado y pintado de 6 metros, para lámpara de Halogenuros Metálicos de 1x150 W, incluso lámparas; instalada. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060430	Partida	Ud	Downlight superficie circular 2x26 W E	36,00	173,80	6.256,80



			Downlight circular de superficie LAMP o equivalente, modelo KONIC, cuerpo de chapa de acero lacado y reflector de aluminio, para 2 lámparas fluorescentes compactas de 26 W, balasto electrónico con precaldeo de cátodo 230 V, incluso lámparas; instalado. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060507	Partida	Ud	Luminaria esférica 125 W VM	133,00	286,38	38.088,54
			Luminaria esférica IEP o equivalente, modelo IEP BL2, en policarbonato opal de 450 mm de diámetro para lámpara de Vapor de Mercurio de 125 W AF, incluso lámpara y soporte galvanizado para pared; instalada. Según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE0100322	Partida	Ud	PC1.- Interruptor horario astronómico 1 canal	2,00	91,53	183,06
			PC1.- Interruptor horario astronómico IC ASTRO de MERLIN GERIN o equivalente, 1 canal, programación astronómica, reserva de marcha de 6 años, pantalla retroiluminada, 16A 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
			SC28.3.01	1,00	327.475,54	327.475,54

Tabla 113. Presupuesto alumbrado urbanización. Elaboración propia.



33. Pararrayos

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
PARARRAYOS						
SC1607	Capítulo		PARARRAYOS	1,00	57.446,64	57.446,64
E01803	Partida	Ud	Pararrayos Nivel I radio 75m		2.520,83	0,00
			Pararrayos de doble dispositivo de cebado de Aplicaciones Tecnológicas o equivalente, modelo IÓN CORONA-DAT CONTROLER 9000, provisto de triple protector del sistema de aislamiento, acumulador de carga electrostática de varias etapas, generador electrónico de trazadores ascendentes y vía de chispas múltiple, fabricado en acero inoxidable ASI-316 y sin fuente de alimentación artificial, NIVEL DE PROTECCIÓN I (radio de acción de 75 m), incluso mástil de 6 m de altura, soportes, acoplamiento y pieza de adaptación entre mástil y pararrayos, grapas, manguitos, tubo de protección aislado, cable de cobre desnudo 70 mm ² , picas de acero cobrizado de 2 m de longitud, contador de impactos de rayo, arqueta de registro, puentes de comprobación y sales mejoradoras del terreno; completo e instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1805	Partida	Ud	PC1.- Pararrayos con dispositivo de cebado 60 microsegundos	9,00	1.974,58	17.771,22
			PC1.- Pararrayos con dispositivo de cebado de APLICACIONES TECNOLÓGICAS o equivalente, modelo DAT CONTROLER PLUS 60, tiempo de avance en el cebado certificado de 60 microsegundos, corriente soportada certificada 100 kA 10/350 microsegundos, aislamiento superior al 95 % en condiciones de lluvia, todo ello según normas UNE 21186 y NFC 17-102; incluso mástil de 3 m, pieza de adaptación y anclajes; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
E1810	Partida	Ud	PC1.- Bajante y puesta a tierra de la instalación de pararrayos	9,00	1.370,80	12.337,20



			PC1.- Bajante y puesta a tierra de la instalación de pararrayos mediante cable de cobre desnudo 70 mm ² , grapas, manguitos, tubo de protección aislado y contador de impactos de rayo; incluso instalación de puesta a tierra mediante arqueta de registro, puente de comprobación, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA (picas de acero cobrizado de 2 m de longitud) y sales mejoradoras del terreno; completa e instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
E1821	Partida	Ud	PC1.- Medidas especiales para la instalación de pararrayos	9,00	3.037,58	27.338,22
			PC1.- Medidas especiales para la instalación de Pararrayos con el propósito de conseguir un nivel de protección adecuado, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, grapas, soportes, vía de chispas para antena; incluso conexión a carcasas metálicas de equipos en cubierta, accesorios de unión fijación y montaje; instaladas, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
			SC1607	1,00	57.446,64	57.446,64

Tabla 114. Presupuesto pararrayos. Elaboración propia.



34. Resumen de capítulos

<i>Código</i>	<i>Nat</i>	<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
SC1601	Capítulo		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1,00	284.111,35	284.111,35
SC1602	Capítulo		GRUPO ELECTRÓGENO	1,00	496.157,72	496.157,72
SC1603	Capítulo		CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA	1,00	1.058.910,53	1.058.910,53
SC1604	Capítulo		LÍNEAS ELÉCTRICAS	1,00	894.893,91	894.893,91
SC1605	Capítulo		DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS	1,00	834.039,52	834.039,52
SC1606	Capítulo		APARATOS Y LÁMPARAS	1,00	1.160.981,97	1.160.981,97
SC28.3.01	Capítulo		ALUMBRADO URBANIZACIÓN	1,00	327.475,54	327.475,54
SC1607	Capítulo		PARARRAYOS	1,00	57.446,64	57.446,64
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL COMPLEJO HOSPITALARIO				1	5.114.017,18	5.114.017,18

Tabla 115. Resumen de capítulos del presupuesto. Elaboración propia.



ANEXOS



35. Conclusiones

A través de este Proyecto Fin de Grado se ha tratado de reflejar y detallar las características técnicas del diseño de la instalación eléctrica de un Complejo Hospitalario tipo. Para este fin, se han aplicado gran parte de los conocimientos adquiridos durante la realización del Grado de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Carlos III de Madrid, así como otros conocimientos y habilidades no contemplados en el plan de estudios y que han requerido de la sólida base de conocimientos y métodos científicos y analíticos obtenidos a través de los estudios de este mismo Grado.

En lo que respecta a los objetivos básicos marcados al inicio del Proyecto, que son la seguridad de las personas frente a riesgos eléctricos y la continuidad y fiabilidad del servicio eléctrico se puede asumir que ha logrado cumplir ambos a través de las configuraciones adoptadas en cada caso.

La continuidad del suministro eléctrico queda garantizada en modo de funcionamiento normal por la configuración en anillo del Centro de Transformación, contando con capacidad de suministro de reserva a través de los Grupos Electrógenos y Sistemas de Alimentación Ininterrumpida. Se logra de este modo una continuidad de suministro de al menos ocho horas para el conjunto del centro con un consumo a plena potencia. Para los servicios de seguridad o que no puedan ser interrumpidos de forma rápida y con seguridad se ha previsto un suministro eléctrico en caso de contingencia sin presencia de “ceros” de tensión durante al menos dos horas, valor mínimo marcado en caso de incendio (valor de resistencia de los cables frente al fuego).

En lo que respecta a la seguridad de las personas, los sistemas de protección actuarán de forma coordinada proporcionando una selectividad adecuada. La red de tierras será capaz de drenar las corrientes de falta producidas, limitando el valor de la tensión a la que puedan estar sometidos partes no activas de la instalación. Adicionalmente, el esquema de neutro TN-S aporta una alta disponibilidad y seguridad en el suministro. Mientras que los cables serán de alta seguridad con una baja emisión de humo y no propagarán el incendio. El sistema pararrayos proporcionará protección a las personas frente al riesgo eléctrico y a los equipos derivando la corriente a tierra.

Un Complejo Hospitalario, como cualquier instalación sanitaria y local de pública concurrencia, tiene unos requerimientos en el suministro eléctrico superiores frente a otros tipos de instalaciones. Además está regido por una normativa legal más estricta y en muchos casos específica para este tipo de instalaciones. La normativa básica de aplicación ha sido el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, que definen los valores mínimos legales de gran parte de las instalaciones.

En cuanto a la eficiencia y sostenibilidad, se ha dimensionado el Complejo Hospitalario tratando de alcanzar un compromiso entre eficiencia, seguridad y continuidad. La



eficiencia energética alcanza mayor protagonismo en el diseño de la iluminación del Complejo Hospitalario, donde se opta por balastros electrónicos eficientes que minimicen las pérdidas y por dimensionar la iluminación de forma que se ajuste a los requerimientos de cada local.

Es necesario recordar que las áreas funcionales diseñadas en este Proyecto Fin de Grado se corresponden a una división de tareas coordinada entre cinco Proyectos Fin de Grado independientes y por tanto no abarcan la totalidad de los servicios que puede ofrecer un Complejo Hospitalario de grandes dimensiones. Esta división de áreas entre Proyectos queda reflejada en el presupuesto, el cual solo recoge los dispositivos y equipos incluidos en este Proyecto Fin de Grado.



36. Bibliografía

- [01] Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias, BOE del 18-09-2002.
- [02] Real Decreto 12.224/1984, Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias, BOE 1-08-1984.
- [03] Real Decreto 173/2010, *Código Técnico de la Edificación*, BOE 11-03-2010.
- [04] Real Decreto 173/2010, *Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad*, BOE 11-03-2010.
- [05] Orden VIV/984/2009, *Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Ahorro de Energía*, BOE 23-09-2009.
- [06] Comisión de Reglamentos UNESA, *Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centro de transformación de tercera categoría*, 1989.
- [07] Real Decreto 842/2002, *Guía Técnica de Aplicación del REBT*, revisión 2009.
- [08] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE y Comité Español de Iluminación CEI, *Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Hospitales y Centros de Atención Primaria*, Publicaciones Técnicas IDEA, 2001.
- [09] Reglamento CE 245/2009, *Requisitos de diseño ecológico para lámparas fluorescentes sin balastos integrados, para lámparas de descarga de alta intensidad y para balastos y luminarias que puedan funcionar con dichas lámparas*, Comisión Europea 18-3-2009.
- [10] Real decreto-ley 14/2010, *Medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del Sector Eléctrico*, BOE 24-12-2010.
- [11] J. J. Martínez Requena y J. C. Toledano Gasca, *Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas*, editorial Paraninfo, 1998.
- [12] J. García Trasancos, *Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión*, editorial Paraninfo, 2009.
- [13] L. García Linares Álvarez, *Sobretensiones*, Artículos técnicos Obo Bettermann, 2008.
- [14] Catálogo Técnico ABB, *Interruptores Automáticos en Caja Moldeada de baja tensión hasta 630A Tmax*, 2012.



- [15] Catálogo Técnico ABB, *Transformadores secos para altas potencias y tensiones*, 2012.
- [16] Catálogo Técnico ABB, *S800/S500 The high performance MCB*, 2012.
- [17] Catálogo Técnico Coelmo, *Generadores serie Pro*, 2012.
- [18] Catálogo Técnico DF Electric, *Interruptores fusibles*, 2012.
- [19] Catálogo Técnico Draka Energía, *Cables Firex Protech ZH*, 2012.
- [20] Catálogo Técnico ECN, *Cables unipolares Azotene MT*, 2012.
- [21] Catálogo Técnico Pensa, *Familia tubosportacables Pensa classic*, 2012.
- [22] Catálogo Técnico Pensa, *Familia tubosportacables Pensa libre de halógenos*, 2012.
- [23] Catálogo Técnico Pensa, *Familia tubosportacables Pensa rígido*, 2012.
- [24] Catálogo Técnico Schneider Electric, *Interruptores diferenciales*, 2012.
- [25] Catálogo Técnico Schneider Electric, *Interruptores automáticos magnetotérmicos*, 2012.
- [26] Catálogo Técnico Schneider Electric, *Protecciones contra sobretensiones*, 2012.
- [27] Catálogo Técnico Schneider Electric, *Distribución en Media Tensión Centros de Transformación 24 kV MT/BT*, 2008.
- [28] Catálogo Técnico Tuyper, *Tubos de PVC para electricidad*, 2012.
- [29] Catálogo Técnico Tolmega, *Cable ladders: Hercule*, 2012.
- [30] Catálogo Técnico Unex, *Bandeja aislante 66*, 2012.
- [31] Catálogo Técnico Unex, *Canal protector 93*, 2012.
- [32] Air Liquide, <http://encyclopedia.airliquide.com/>, marzo 2012.
- [33] Sede Corporativa GESA, <http://www.endesaonline.com/>, febrero 2012.
- [34] Ideal Power, <http://www.idealups.com.tw/sbd.html>, abril 2012.
- [35] New SAI, <http://www.newsai.es/tipos.htm>, abril 2012.



37. Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros y valores de la acometida a la red de G.E.S.A. Elaboración propia.	11
Tabla 2. Parámetros del CT-1. Elaboración propia.	17
Tabla 3. Parámetros del CT-2. Elaboración propia.	18
Tabla 4. Parámetros del CT-3. Elaboración propia.	18
Tabla 5. Parámetros generales de las celdas según [27].	19
Tabla 6. Celdas instaladas en cada Centro de Transformación. Elaboración propia.	27
Tabla 7. Parámetros de los transformadores MT/BT según [15].	28
Tabla 8. Especificaciones del Grupo Electrónico del GE-1 según [17].	34
Tabla 9. Especificaciones del Grupo Electrónico del GE-2 y GE-3 según [17].	34
Tabla 10. Parámetros totales de los Grupos Electrónicos. Elaboración propia.	35
Tabla 11. Previsión de cargas para el cuadro CGBT-2. Elaboración propia.	41
Tabla 12. Previsión de cargas para los CGD de aire acondicionado. Elaboración propia.	42
Tabla 13. Previsión de cargas para CGD-I. Elaboración propia.	42
Tabla 14. Previsión de cargas para CGD-4. Elaboración propia.	43
Tabla 15. Previsión de cargas para el CGD-6. Elaboración propia.	44
Tabla 16. Previsión de cargas para CGD-6.3.AS. Elaboración propia.	44
Tabla 17. Denominación de un cable. Elaboración propia.	47
Tabla 18. Factores de corrección de colocación f de acuerdo a ITC-BT-15. Elaboración propia.	54
Tabla 19. Índice de llenado K de un canal protector según reglamento ITC-BT-15.	57
Tabla 20. Guía de canalización de acuerdo al reglamento ITC-BT-20.	58
Tabla 21. Protecciones por sobreintensidad en un esquema TN-S según reglamento ITC-BT-22.	61
Tabla 22. Clasificación de sobretensión máxima para una situación natural de acuerdo a la ITC-BT-23.	63
Tabla 23. Tiempos de actuación de las protecciones según UNE 20460-4-41	66
Tabla 24. Resistencia mínima del aislamiento en función de la tensión nominal según la ITC-BT-24.	68
Tabla 25. Expresiones para el cálculo del disparo magnético según GUIA-BT-22.	70
Tabla 26. Clases de curvas de fusión de acuerdo a la GUIA-BT-22.	73
Tabla 27. Expresiones utilizadas en el cálculo de la intensidad de disparo según UNE-EN 60898 para el interruptor y UNE-EN 60269 para los fusibles.	76
Tabla 28. Valores para la constante K basados en la norma UNE 211003-1.	78
Tabla 29. Tiempos de actuación de las protecciones según UNE 20460-4-41.	79
Tabla 30. Iluminación normal en salas de uso general de acuerdo a UNE 12464-1.	82
Tabla 31. Iluminación normal en estancias para pacientes de acuerdo a UNE 12464-1.82	
Tabla 32. Iluminación normal en salas diagnósticas de acuerdo a UNE 12464-1.	83



Tabla 33. Iluminación normal en salas de tratamientos, partos y enfermería de acuerdo a UNE 12464-1.....	83
Tabla 34. Iluminación normal en Salas de cuidados intensivos y quirófanos de acuerdo a UNE 12464-1.....	83
Tabla 35. Iluminación normal en servicios para el Complejo Hospitalario de acuerdo a UNE 12464-1.....	83
Tabla 36. Clases de balastos para iluminación según CE 245/2009.	84
Tabla 37. Valores de eficacia para balastos electrónicos según CE 245/2009.	85
Tabla 38. Clases de balastos electrónicos regulables según CE 245/2009.	85
Tabla 39. Regímenes de neutro. Elaboración propia.....	92
Tabla 40. Parámetros del CT-2 según [15].....	103
Tabla 41. Valores orientativos de resistividad en función del terreno según ITC-BT-18.	110
Tabla 42. Resistividad aproximada según la función del terreno de acuerdo a ITC-BT-18.	111
Tabla 43. Parámetros de cálculo de tensiones según MIE-RAT 13.	111
Tabla 44. Parámetros del electrodo 5/62 según UNESA [06].....	112
Tabla 45. Parámetros del electrodo 5/62 según UNESA [06].....	117
Tabla 46. Coeficiente C_1 según CTE-DB-SU-8 [04].	120
Tabla 47. Valores del coeficiente C_2 según CTE-DB-SU-8 [04].	121
Tabla 48. Valores del coeficiente C_3 según CTE-DB-SU-8 [04].	121
Tabla 49. Valores del coeficiente C_4 según CTE-DB-SU-8 [04].	121
Tabla 50. Valores del coeficiente C_5 según CTE-DB-SU-8 [04].	121
Tabla 51. Nivel de protección según CTE-DB-SU-8 [04].	122
Tabla 52. Conductividad del cobre y el aluminio a diferentes temperaturas según ITC-BT-19.....	124
Tabla 53. Intensidad máxima para cables según UNE 20.460-5-523.	125
Tabla 54. Valores de la constante k del material según UNE 20.460-4-43.....	126
Tabla 55. Reactancia específica del conductor según UNE 20.460.	129
Tabla 56. Datos de cálculo de líneas del CT-2. Elaboración propia.	133
Tabla 57. Hoja de cálculo de líneas del CT-2. Elaboración propia.	133
Tabla 58. Datos de cálculo de LDG. Elaboración propia.....	134
Tabla 59. Hoja de cálculos de LDG. Elaboración propia.....	135
Tabla 60. Datos de cálculo de líneas del CGD-4. Elaboración propia.	136
Tabla 61. Hoja de cálculo de líneas del CGD-4. Elaboración propia.....	137
Tabla 62. Datos de cálculo de líneas radiología del CGD-4. Elaboración propia.....	138
Tabla 63. Hoja de cálculo de líneas radiología del CGD-4. Elaboración propia.	139
Tabla 64. Datos de cálculo de líneas de la unidad investigación del CGD-4. Elaboración propia.....	140
Tabla 65. Hoja de cálculo de líneas de la unidad investigación del CGD-4. Elaboración propia.....	140
Tabla 66. Datos de cálculo de líneas de aire acondicionado del CGD-4. Elaboración propia.....	141



Tabla 67. Hoja de cálculo de líneas de aire acondicionado del CGD-4. Elaboración propia.....	142
Tabla 68 . Datos de cálculo de líneas del CGD-6. Elaboración propia.	143
Tabla 69. Hoja de cálculo de líneas del CGD-6. Elaboración propia.....	144
Tabla 70. Datos de cálculo de líneas de alimentación de ascensores del CGD-6. Elaboración propia.....	145
Tabla 71. Hoja de cálculo de líneas de alimentación de ascensores del CGD-6. Elaboración propia.....	146
Tabla 72. Valores de eficiencia energética para zonas de no representación según CTE [05].....	147
Tabla 73. Valores de eficiencia energética para zonas de representación según CTE [05].....	148
Tabla 74. Resultados luminotécnicos para un pasillo del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	149
Tabla 75. Parámetros del local. Elaboración propia.....	150
Tabla 76. Resultados luminotécnicos para una sala de espera. Elaboración propia.....	152
Tabla 77. Parámetros del local. Elaboración propia.....	152
Tabla 78. Resultados luminotécnicos para una oficina del Complejo. Elaboración propia.....	154
Tabla 79. Parámetros del local. Elaboración propia.....	154
Tabla 80. Resultados luminotécnicos para una consulta del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	156
Tabla 81. Parámetros del local. Elaboración propia.....	156
Tabla 82. Resultados luminotécnicos para una sala de curas del Complejo. Elaboración propia.....	158
Tabla 83. Parámetros del local. Elaboración propia.....	158
Tabla 84. Resultados luminotécnicos para una habitación del Complejo. Elaboración propia.....	160
Tabla 85. Parámetros del local. Elaboración propia.....	160
Tabla 86. Resultados luminotécnicos para un aseo de habitación del Complejo. Elaboración propia.....	162
Tabla 87. Parámetros del local. Elaboración propia.....	162
Tabla 88. Resultados luminotécnicos para una cafetería del Complejo. Elaboración propia.....	164
Tabla 89. Parámetros del local. Elaboración propia.....	164
Tabla 90. Resultados luminotécnicos para un quirófano de trasplantes del Complejo. Elaboración propia.....	166
Tabla 91. Parámetros del local. Elaboración propia.....	166
Tabla 92. Características de componentes eléctricos según su tensión asignada según MIE-RAT -12.	183
Tabla 93. Parámetros del Sistema SAI de hasta 700 W. Elaboración propia.....	201
Tabla 94. Parámetros del Sistema SAI de 700 W hasta 4.000 W. Elaboración propia.....	202
Tabla 95. Parámetros del Sistema SAI de 4 kW hasta 30 kW. Elaboración propia.....	203



Tabla 96. Selectividad de protecciones en ausencia de motores según UNE 20.460-4-473.	207
Tabla 97. Selectividad de protecciones con presencia de motores según UNE 20.460-4-473.	208
Tabla 98. Diámetro de los tubos según tipo de cable de acuerdo a ITC-BT-21.....	221
Tabla 99. Tipo de bandeja en función de la carga de acuerdo a [30].	223
Tabla 100. Tipo de canal aislante en función de la carga de acuerdo a [30].	224
Tabla 101. Tipos de tubos de acero de unión roscada según [23].	225
Tabla 102. Tipos de tubos de acero de unión enchufable según [23].	225
Tabla 103. Tipos de tubos aislantes rígidos según [21].	226
Tabla 104. Tipos de tubos para canalizaciones enterradas según [21].	227
Tabla 105. Valores de eficacia para balastros electrónicos según CE 245/2009.	257
Tabla 106. Clases de balastros electrónicos regulables según CE 245/2009.	257
Tabla 107. Presupuesto Centro de Transformación. Elaboración propia.	271
Tabla 108. Presupuesto Grupo Electrógeno. Elaboración propia.	273
Tabla 109. Presupuesto cuadros y aparamenta eléctrica. Elaboración propia.	296
Tabla 110. Presupuesto líneas eléctricas. Elaboración propia.	307
Tabla 111. Presupuesto distribuciones eléctricas.	317
Tabla 112. Presupuesto aparatos y lámparas. Elaboración propia.	329
Tabla 113. Presupuesto alumbrado urbanización. Elaboración propia.	334
Tabla 114. Presupuesto pararrayos. Elaboración propia.	336
Tabla 115. Resumen de capítulos del presupuesto. Elaboración propia.	337



38. Índice de figuras

Ilustración 1. Esquema de cuadros eléctricos y líneas del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	15
Ilustración 2. Diagrama unifilar y panel frontal de dos celdas de llegada/salida de acometida según [26].....	20
Ilustración 3. Diagrama unifilar y panel frontal de celda de seccionamiento según [26].	20
Ilustración 4. Panel frontal y esquema unifilar de la celda de protección general según [26].....	21
Ilustración 5. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de interruptor pasante según [26].....	22
Ilustración 6. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de protección y seccionamiento según [26].	22
Ilustración 7. Paneles frontales y diagrama unifilar de dos celdas de línea según [26].	23
Ilustración 8. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de corte general según [26].	24
Ilustración 9. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de medida según [26].	24
Ilustración 10. Diagrama del armario de contadores según [26].....	25
Ilustración 11. Panel frontal y diagrama unifilar de una celda remonte de barras según [26].....	25
Ilustración 12. Panel frontal y diagrama unifilar de la celda de protección del transformador según [26].....	26
Ilustración 13. Transformador Trihal del fabricante Schneider Electric y envolvente metálica según [15].....	28
Ilustración 14. Grupo electrógeno PDT412W3 de 1.360 kVA del fabricante Coelmo [16].....	32
Ilustración 15. Esquema de funcionamiento normal y en emergencia de un SAI Offline sin AVR según [35].	36
Ilustración 16. Forma de onda característica de un SAI Offline sin AVR según [35]. ..	36
Ilustración 17. Sistema de potencia de una configuración Line Interactive con AVR según [35].	36
Ilustración 18. Funcionamiento del AVR en un Line Interactive según [34].....	37
Ilustración 19. Esquema de funcionamiento normal y en emergencia de una configuración SAI online de doble conversión según [35].	37
Ilustración 20. By-pass del circuito rectificador/inversor en un SAI online de doble conversión según [35].....	38
Ilustración 21. Cable de potencia modelo Azotene MT del fabricante ECN [20].....	48
Ilustración 22. Conductor Firex Protech RZ1-06/1KV(AS+) del fabricante Draka [19].	49



Ilustración 23. Tubo rígido metálico RL y unión correspondiente, del catálogo de Pemsa [23].....	52
Ilustración 24. Tubo helicoidal flexible de acero galvanizado del catálogo de Pemsa, modelo PM [21].....	53
Ilustración 25. Diferentes secciones de tubo de PVC rígido del fabricante Tuyper [28].	53
Ilustración 26. Tubo de PVC flexible modelo TFA del fabricante Pemsa [21].	54
Ilustración 27. Tubo rígido libre de halógenos HFIRM del fabricante Pemsa [22].	54
Ilustración 28. Bandeja aislante tipo 66 con perfil omega del fabricante Unex [30].	56
Ilustración 29. Bandeja de tipo escalera modelo Hercule del fabricante Tolmega [29].	56
Ilustración 30. Canal protector 93 del fabricante Unex [30].	57
Ilustración 31. Volúmenes de accesibilidad de acuerdo al reglamento ITC-BT-24.....	65
Ilustración 32. Diagrama de conexión TN-S según ITC-BT-24.	67
Ilustración 33. Curvas de disparo características de los interruptores automáticos según GUIA-BT-22.	70
Ilustración 34. Interruptores automáticos S800c del fabricante ABB [16].	71
Ilustración 35. Curva del interruptor automático Tmax de ABB para un motor trifásico asíncrono [14].	71
Ilustración 36. Interruptor diferencial 23009 del fabricante Schneider Electric [24].	72
Ilustración 37. Fusible modular monofásico y trifásico PMX del fabricante DF Electric [18].	73
Ilustración 38. Característica tiempo-corriente de un fusible tipo g según GUIA-BT-22.	74
Ilustración 39. Característica tiempo-corriente de un fusible tipo a según GUIA-BT-22.	74
Ilustración 40. Diagrama de los elementos de puesta a tierra según [11].	89
Ilustración 41. Tensiones en una pica con pozo de inspección según [11].	91
Ilustración 42. Esquema IT con alimentación aislada de tierra según ITC-BT-24.	92
Ilustración 43. Esquema TT según ITC-BT-24.	93
Ilustración 44. Esquema TN-C según ITC-BT-24.	94
Ilustración 45. Esquema TN-S según ITC-BT-24.	94
Ilustración 46. Mapa de impactos de rayos en España según CTE-DB-SU-8.	99
Ilustración 47. Elementos de un pararrayos según [11].	100
Ilustración 48. Representación de un pasillo del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.	149
Ilustración 49. Plano isolux de un pasillo del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.	149
Ilustración 50. Localización del observador UGR.	150
Ilustración 51. Representación de una sala de espera del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.	151
Ilustración 52. Plano isolux de una sala de espera del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.	151
Ilustración 53. Localización del observador UGR. Elaboración propia.	152



Ilustración 54. Representación de una oficina del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	153
Ilustración 55. Plano isolux de una oficina del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	153
Ilustración 56. Localización del observador UGR. Elaboración propia.....	154
Ilustración 57. Representación de una consulta del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	155
Ilustración 58. Plano isolux de una consulta del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	155
Ilustración 59. Localización del observador UGR. Elaboración propia.....	156
Ilustración 60. Representación de una sala de curas del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	157
Ilustración 61. Plano isolux de una sala de curas del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	157
Ilustración 62. Localización del observador UGR. Elaboración propia.....	158
Ilustración 63. Representación de una habitación del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	159
Ilustración 64. Plano isolux de una habitación del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	159
Ilustración 65. Localización del observador UGR. Elaboración propia.....	160
Ilustración 66. Representación de un aseo de habitación del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	161
Ilustración 67. Plano isolux de un aseo de habitación del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	161
Ilustración 68. Localización del observador UGR. Elaboración propia.....	162
Ilustración 69. Representación de la cafetería del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	163
Ilustración 70. Plano isolux de la cafetería del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	163
Ilustración 71. Localización del observador UGR. Elaboración propia.....	164
Ilustración 72. Representación de un quirófano de trasplantes del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	165
Ilustración 73. Plano isolux de un quirófano de trasplantes del Complejo Hospitalario. Elaboración propia.....	166
Ilustración 74. Localización del observador UGR. Elaboración propia.....	167